



TUGAS AKHIR - MS184801

Analisis Perencanaan Pola Operasi Armada Kapal Penyeberangan: Studi kasus Pelabuhan Ujung-Kamal

Achmad Muchlis Sodik
N.R.P. 4411340000046

Dosen Pembimbing
Achmad Mustakim, ST.,MT.,MBA
Pratiwi Wuryaningrum, ST., MT.

Departemen Teknik Transportasi Laut
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2019

TUGAS AKHIR - MS184801

Analisis Perencanaan Pola Operasi Armada Kapal Penyeberangan: Studi kasus Pelabuhan Ujung-Kamal

Achmad Muchlis Sodik
N.R.P. 4411340000046

Dosen Pembimbing
Achmad Mustakim, ST.,MT.,MBA
Pratiwi Wuryaningrum, ST., MT.

Departemen Teknik Transportasi Laut
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2019

FINAL PROJECT - MS184801

Planning Analysis of Fleet Ships Ujung-Kamal Port case study

Achmad Muchlis Sodik
N.R.P. 4411340000046

Dosen Pembimbing
Achmad Mustakim, ST.,MT.,MBA
Pratiwi Wuryaningrum, ST., MT.

Departement of Marine Transportation Engineering
Faculty of Marine Technology
Institute of Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2019

LEMBAR PENGESAHAN

Analisis Perencanaan Pola Operasi Armada Kapal Penyeberangan Studi kasus Pelabuhan Ujung-Kamal

TUGAS AKHIR

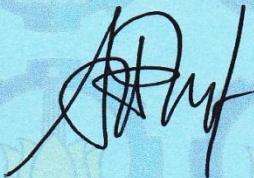
Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Program S1 Departemen Teknik Transportasi Laut
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

Achmad Muchlis Sodik
N.R.P. 4411340000046

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir

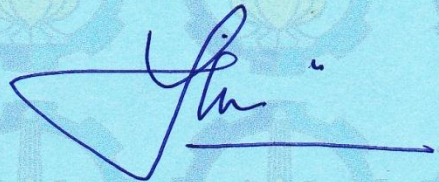
Dosen Pembimbing 1,



Achmad Mustakim, S.T., M.T., MBA
NIP. 198806052015041003



Dosen Pembimbing 2,



Pratiwi Wuryaningrum, ST., MT.
NPP. 1992201912082

SURABAYA, JANUARI 2019

LEMBAR REVISI

Analisis Perencanaan Pola Operasi Armada Kapal Penyeberangan Studi kasus Pelabuhan Ujung-Kamal

TUGAS AKHIR

Telah direvisi sesuai hasil sidang Ujian Tugas Akhir
Tanggal

Departemen Teknik Transportasi Laut
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

Achmad Muchlis Sodik
N.R.P. 4411340000046

Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir:

1. Firmanto Hadi, ST,M.Sc
2. Christino Boyke Surya Permana, S.T., M.T
3. Dika Virginia Devintasari, S.Si., M.Sc



Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

1. Achmad Mustakim, S.T., M.T., MBA
2. Pratiwi Wuryaningrum, ST., MT.

SURABAYA, JANUARI 2019

KATA PENGANTAR

Puji syukur senantiasa penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa, karena atas segala karunia yang diberikan tugas akhir penulis yang berjudul **“Analisis Perencanaan Pola Operasi Armada Kapal Penyeberangan: Studi kasus Pelabuhan Ujung-Kamal”** ini dapat terselesaikan dengan baik. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada bapak Achmad Mustakim, ST., MT., MBA. selaku dosen pembimbing tugas akhir penulis, yang dengan sabar telah memberikan bimbingan, ilmu dan arahan dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Selain itu penulis juga ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Kedua orang tuatercinta (abah dan umi), terimakasih atas dukungan dan do'a yang selalu mengalir tiada henti.
2. Bapak Achmad Mustakim, S.T., M.T., MBA dan Ibu Pratiwi Wuryaningrum, S.T., M.T. selaku Dosen pembimbing yang senantiasa memberi saran dan bimbingan selama proses perkuliahan
3. Teruntuk Tunangan Saya Rian Rofiyanti yang dimana tanpa lelah menyemangati di manapun dan kapanpun.
4. Untuk adek-adek saya Putri dan Citra yang selalu mengganggu di saat mengerjakan Tugas Akhir.
5. Teman-teman Seatrans “Transporter” 2013 Khususnya Amalia Pertiwi, S.T. yang telah memberi arahan dalam mengerjakan tugas.
6. Bapak Sumardio dan Bapak Zulhermansyah Yang berkerja di ASDP Cabang Perak surabaya, Bapak Adreas Gondo Wardjono Yang berkerja di Jasaraharja Putera Cabang Surabaya yang senantiasa memberi arahan dan bimbingan yang baik dalam melakukan survei Tugas Akhir
7. Bapak Suyono, S.E., M.S.M memberi arahan dan bimbingan yang baik dalam perhitungan yang berkaitan dengan management dan akuntansi.
8. Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi para pembaca pada umumnya dan bagi penulis pada khususnya. Serta tidak lupa penulis memohon maaf apabila terdapat kekurangan dalam laporan ini.

Surabaya, September 2018

Penulis

Analisis Perencanaan Pola Operasi Armada Kapal Penyeberangan: Studi kasus Pelabuhan Ujung-Kamal

Nama Mahasiswa : Achmad Muchlis Sodik
NRP : 4411340000046
Jurusan / Fakultas : Teknik Transportasi Laut / Teknologi Kelautan
Dosen Pembimbing : 1. Achmad Mustakim, ST., MT., MBA
2. Pratiwi Wuryaningrum, S.T., M.T.

ABSTRAK

Sebelum beroperasinya Jembatan pada tahun 2009, Pelabuhan Kamal adalah pelabuhan penyebrangan di Kecamatan Kamal, Kabupaten Bangkalan. Pelabuhan penyebrangan Kamal Madura merupakan pelabuhan angkutan penyeberangan antar pulau yang menghubungkan Pulau Madura dengan Pulau Jawa, dengan jarak tempuh sekitar 2,5 mil laut dan lama waktu pelayaran kurang lebih 30-45 menit. Sejak beroperasinya Jembatan Suramadu, pengguna pelabuhan ini mengalami penurunan. Sehingga menyebabkan PT ASDP Ujung-Kamal Mengurangi armada yang dari awalnya memiliki 19 armada dengan waktu operasional 24 jam menjadi 3 armada dengan waktu 15 jam saja. Tidak hanya itu, jumlah armada yang beroperasi terkadang tidak menentu sehingga mengakibatkan jadwal yang ada menjadi tidak konsisten. tidak sedikit penumpang yang harus menunggu atau tertinggal oleh kapal. Tugas akhir ini bertujuan untuk merencanakan pola operasi Penyeberangan Ujung-Kamal yang optimal, setelah melakukan optimasi dari 3 kapal yang beroperasi terpilih 2 kapal yaitu KMP Jokotole dan KMP Gajah Mada. jadwal penyeberangan di rubah hanya melayani 8 dan 10 trip dalam satu hari.

Kata Kunci : Pelabuhan Kamal-Ujung, Kapal penyeberangan, penumpang , Jadwal Kapal

Planning Analysis of Fleet Ships Ujung-Kamal Port case study

Author : Achmad Muchlis Sodik
ID No. : 4411340000046
DePT / Faculty : SeatransportationEngineering / Marine
Technology
Supervisors : 1. Achmad Mustakim,ST.,MT.,MBA
2. Pratiwi Wuryaningrum, S.T., M.T..

ABSTRACT

Before the operation of the Bridge in 2009, Kamal Port was a crossing port in Kamal District, Bangkalan Regency. The Kamal Madura crossing port is an inter-island ferry transportation port that connects Madura Island with Java Island, with a distance of about 2.5 nautical miles and a length of shipping time of approximately 30-45 minutes. Since the operation of the Suramadu Bridge, this port user has decreased. Thus causing PT ASDP Ujung-Kamal to reduce the fleet which initially had 19 fleets with 24 hours operational time to 3 fleets with only 15 hours. Not only that, the number of operating fleets is sometimes erratic, resulting in inconsistent schedules. Not a few passengers have to wait or be left behind by the ship. The final task is to plan the optimal pattern of Ujung-Kamal Crossing operations, after optimizing the 3 ships that were operated, two ships were selected, namely KMP Jokotole and KMP Gajah Mada. Changed crossing schedules only serve 8 and 10 trips in one day.

Keywords: Kamal-Ujung Port, Ferry Ship, Passenger, Ship Schedule

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	v
LEMBAR REVISI.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xv
Bab 1. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Tujuan	2
1.4. Manfaat	2
1.5. Batasan Masalah	2
1.6. Hipotesis Awal.....	2
1.7. Sistematika Penulisan Tugas Akhir	3
Bab 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Optimasi.....	5
2.2. Pelabuhan.....	7
2.2.1.Pelabuhan Penyeberangan	7
2.3. Rute.....	8
2.2.1 Pola Port to Port.....	8
2.2.2 Pola Multiport.....	8
2.4. Kapal	10
2.4.1.Kapal Ro-ro	10
2.5. Golongan Penumpang	11
2.6. Biaya Transportasi	12
2.6.1 Biaya Modal (<i>Capital Cost</i>)	13
2.6.2 Biaya Operasional (<i>Operational Costs</i>)	14
2.6.3 Biaya Pelayaran (<i>Voyage Cost</i>)	16
Bab 3. METODOLOGI PENELITIAN	17

3.1.	Diagram Alir Penelitian	17
3.1.1.	Tahap Identifikasi Permasalahan	18
3.1.2.	Tahap Studi Literatur	18
3.1.3.	Tahap Pengumpulan Data	19
3.1.4.	Tahap Analisa Data	19
3.1.5.	Tahap Pembuatan Simulasi	19
3.1.6.	Tahap Verifikasi dan Validasi	19
3.1.7.	Tahap Analisa Hasil Simulasi	19
3.1.8.	Tahap Analisis Penentuan Skenario	19
3.1.9.	Kesimpulan dan Saran	19
Bab 4.	GAMBARAN UMUM	20
4.1.	Gambaran Umum Objek Penelitian	20
4.2.	Pelabuhan Penyeberangan Kamal	20
4.3.	Pelabuhan Penyeberangan Ujung	23
4.4.	Data Penumpang	26
4.5.	Kapal Penyeberangan Ujung-Kamal	28
4.6.	Skenario Pola Operasi	31
Bab 5.	ANALISIS DAN PEMBAHASAN	34
5.1	Survei Pengguna Jasa	34
5.2	Penjelasan Skenario	40
5.3	Model Matematis	41
5.4	Analisis Penjadwalan	41
5.5	Analisis Biaya Transportasi Laut	42
5.4.1.	Capital Cost	42
5.4.2.	Operating Cost	44
5.4.2.1.	Gaji Crew Kapal	44
5.4.2.2.	Biaya Asuransi	46
5.4.2.3.	Biaya Perawatan dan Perbaikan	48
5.4.3.	Voyage Cost	50
5.4.3.1.	Biaya Bahan Bakar	50
5.4.3.2.	Biaya Pelabuhan	50
5.4.4.	Total Cost	51

5.5 Hasil Optimasi	52
Bab 6.KESIMPULAN DAN SARAN	54
6.1 Kesimpulan.....	54
6.2 Saran	54
DAFTAR PUSTAKA.....	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Solver Excel.....	6
Gambar 2. 2 Pelabuhan Kamal	18
Gambar 2. 3 Pola Port to Port.....	8
Gambar 2. 4 Pola Multiport (<i>relay</i>)	9
Gambar 2. 5 Pola Multiport (Circle)	9
Gambar 2. 6 Kapal Roro.....	18
Gambar 2. 7 Penumpang kapal Roro.....	18
Gambar 3. 1 Diagram alir penelitian	18
Gambar 4. 1 Peta Rute Penyeberangan Ujung Kamal.....	20
Gambar 4. 2 Pelabuhan Penyeberangan Kamal.....	21
Gambar 4. 3 Pelabuhan Penyeberangan Kamal.....	21
Gambar 4. 4 (a) Dermaga MB I , (b) Garbarata Dermaga MB I.....	22
Gambar 4. 5 (a) Dermaga MB II, (b) Bangunan Khusus penumpang Dermaga MB II .	22
Gambar 4. 6 (a) Dermaga MB II , (b) Jalur Khusus Penumpang Pejalan Kaki Dermaga MB II	23
Gambar 4. 7 Pelabuhan Penyeberangan Ujung	24
Gambar 4. 8 Pelabuhan Penyeberangan Ujung	24
Gambar 4. 9 (a) Dermaga MB I, (b) Garbarata Dermaga MB I.....	25
Gambar 4. 10 (a) Dermaga MB II, (b) Garbarata Dermaga MB II	25
Gambar 4. 11 Dermaga MB III	26
Gambar 4. 12 Kapal Tongkol	28
Gambar 4. 13 Kapal Gajah Mada	29
Gambar 4. 14 Kapal Jokotole	30
Gambar 4. 15 Pola Operasi penyeberangan Pelabuhan Ujung-Kamal.....	31
Gambar 5. 1 Diagram persentase Jenis Kendaraan	34
Gambar 5. 2 Diagram persentase Pekerjaan	35
Gambar 5. 3 Diagram persentase Frekuensi Perjalanan	36

Gambar 5. 4 Diagram persentase Kepuasan Pengguna	37
Gambar 5. 5 Diagram Persentase Harapan operasi kapal penyeberangan	38
Gambar 5. 6 Diagram Persentase Eksistensi Penyeberangan Ujung Kamal	39
Gambar 5. 7 Diagram Persentase Harga Tiket Penyeberangan.....	40
Gambar 5. 8Penjadwalan yang telah di Optimasi.....	42

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Data Penumpang KMP Gajah Mada Bulan Oktober 2017.....	27
Tabel 4. 2 Data Penumpang KMP Tongkol Bulan Oktober 2017.....	27
Tabel 4. 3 Data Penumpang KMP Jokotole Bulan Oktober 2017.....	27
Tabel 4. 4 Pola Operasi 2 Kapal penyeberangan Ujung-Kamal.....	32
Tabel 4. 5 Pola Operasi 3 Kapal penyeberangan Ujung-Kamal.....	32
Tabel 5. 1 Jenis Kendaraan.....	34
Tabel 5. 2 Pekerjaan	35
Tabel 5. 3 Frekuensi Perjalanan	35
Tabel 5. 4 Kesan pengguna.....	36
Tabel 5. 5 Harapan operasi kapal penyeberangan	37
Tabel 5. 6 Eksistensi Penyeberangan Ujung Kamal.....	38
Tabel 5. 7 Harga Tiket Penyeberangan	39
Tabel 5. 8 Penjadwalan Yang telah di <i>solver</i>	42
Tabel 5. 9 <i>Capital Cost</i> KMP Jokotole.....	43
.Tabel 5. 10 <i>Capital Cost</i> KMP Gajah Mada	43
Tabel 5. 11 <i>Capital Cost</i> KMP Jokotole	44
Tabel 5. 12 Gaji Crew Kapal	45
Tabel 5. 13 Total Gaji Crew Kapal.....	45
Tabel 5. 14 Premi asuransi kapal <i>Marine Hull dan Machinery</i>	46
Tabel 5. 15 Premi asuransi kapal <i>Protection and Indemnity</i>	46
Tabel 5. 16 Premi asuransi kapal <i>Protection and Indemnity</i>	47
Tabel 5. 17 Total Biaya Asuransi	47
Tabel 5. 18 Harga Cat <i>for Marine</i>	48
Tabel 5. 19 Harga Kawat las elektroda.....	48
Tabel 5. 20 Harga Docking Kapal Ro-ro.....	49
Tabel 5. 21 Total Biaya Operasional	49
Tabel 5. 22 Harga bahan bakar.....	50
Tabel 5. 23 konsumsi mesin induk dan mesin bantu.....	50

Tabel 5. 24 Tarif sandar kapal di pelabuhan Ujung-Kamal	51
Tabel 5. 25 Tarif sandar kapal di pelabuhan Ujung-Kamal	51
Tabel 5. 26 Total biaya Pelayaran	51
Tabel 5. 27 Total cost	52
Tabel 5. 28 Hasil Optimasi.....	52

Bab 1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sebelum beroperasinya Jembatan pada tahun 2009, Pelabuhan Kamal adalah pelabuhan penyebrangan di Kecamatan Kamal, Kabupaten Bangkalan, terletak pada posisi 112° 45'5 Bujur Timur dan 07°11'40 Lintang Selatan. Pelabuhan penyebrangan Kamal Madura merupakan pelabuhan angkutan penyeberangan antar pulau yang menghubungkan Pulau Madura dengan Pulau Jawa. Pelabuhan ini menghubungkan antara Pulau Madura dengan Pelabuhan Ujung yang terletak di Kota Surabaya, dengan jarak tempuh sekitar 2,5 mil laut dan lama waktu pelayaran kurang lebih 25-30 menit. Pelabuhan Kamal Madura merupakan pintu gerbang utama Pulau Madura sejak zaman Belanda. Sejak zaman tersebut Pelabuhan Kamal Madura memiliki peranan yang sangat penting dalam hal transportasi dan juga perekonomian. Seiring dengan berjalannya waktu, dari tahun ke tahun terjadi perkembangan yang sangat signifikan pada Pelabuhan Kamal ini. Saat beberapa tahun lalu Pelabuhan Kamal Madura ini sangat ramai, hiruk pikuk di pelabuhan ini hampir tidak pernah beristirahat, setiap harinya banyak orang hilir mudik memasuki Pelabuhan Kamal, Pelabuhan ini mempunyai fasilitas yaitu 3 dermaga, garbata dan beberapa kapal yang terkenal kecil.

Kapal yang beroperasi disini pun namanya cukup unik. Contohnya KMP Jokotole, KMP Trunojoyo, KMP Potre Koneng, bahkan KMP selat madura 1 dan 2. Kebanyakan nama dari kapal tersebut berasal dari nama tokoh terkemuka di pulau madura. Penyeberangan dari Pelabuhan Kamal ke Pelabuhan Ujung Surabaya ditempuh sekitar 30 menit menggunakan kapal ferry melintasi Selat Madura. Sejak beroperasinya Jembatan Suramadu, pengguna pelabuhan ini mengalami penurunan. Sehingga

menyebabkan PT ASDP Ujung-Kamal Mengurangi armada yang dari awalnya memiliki 19 armada dengan waktu operasional 24 jam menjadi 3 armada dengan waktu 16 jam saja. Tidak hanya itu, jumlah armada yang beroperasi terkadang tidak menentu sehingga mengakibatkan jadwal yang ada menjadi tidak konsisten. tidak sedikit penumpang yang harus menunggu atau tertinggal oleh kapal.

1.2. Perumusan Masalah

Perumusan masalah dalam tugas akhir ini adalah, sebagai berikut:

1. Bagaimana kondisi saat ini penjadwalan Kapal penyeberangan di Pelabuhan Ujung-Kamal?
2. Bagaimana model penjadwalan operasi Kapal penyeberangan di Pelabuhan Ujung-Kamal yang optimum?

1.3. Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dari tugas akhir ini adalah, sebagai berikut:

1. Mengetahui kondisi saat ini penjadwalan Kapal penyeberangan di Pelabuhan Ujung-Kamal.
2. Untuk meminimalisasi operasional cost yang dikeluarkan akibat armada kapal yang terlalu banyak.

1.4. Manfaat

Manfaat yang ingin dicapai dari tugas akhir ini adalah, sebagai berikut:

Penelitian Tugas Akhir ini diharapkan dapat menjadi studi awal operasional kapal Kapal penyeberangan di Pelabuhan Ujung-Kamal yang optimum untuk memenuhi permintaan Penumpang agar tidak lagi menunggu lama.

1.5. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam tugas akhir ini adalah, sebagai berikut:

1. Penelitian untuk tugas akhir ini dilakukan di pelabuhan Penyeberangan Ujung-Kamal.
2. Pengoptimalisasian yang dimaksud adalah: jadwal dan jumlah armada kapal.

1.6. Hipotesis Awal

Dugaan awal saya dari tugas akhir ini adalah, sebagai berikut:

Dengan penjadwalan Kapal yang optimum akan dapat meningkatkan efisiensi dalam operasional penyeberangan.

1.7. Sistematika Penulisan Tugas Akhir

LEMBAR JUDUL

LEMBAR PENGESAHAN

ABSTRAK

ABSTRACT

KATA PENGANTAR

DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR TABEL

BAB I PENDAHULUAN

Berisikan konsep penyusunan tugas akhir yang meliputi latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, hipotesa, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Berisikan teori-teori yang mendukung dan relevan dengan penelitian yang dilakukan. Teori tersebut dapat berupa penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya seperti Jurnal, Tugas Akhir, Tesis, dan Literatur lain yang relevan dengan topik penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Berisikan langkah-langkah atau kegiatan dalam pelaksanaan tugas akhir yang mencerminkan alur berpikir dari awal pembuatan tugas akhir sampai selesai, dan proses pengumpulan data-data yang menunjang pengerjaannya.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Berisikan penjelasan mengenai lokasi dan kondisi objek pengamatan secara umum, selain itu beberapa data yang telah diperoleh selama masa survey dan telah diolah akan dijelaskan di dalam bab ini.

BAB V PEMBUATAN SIMULASI

Berisikan tahapan proses pembuatan simulasi, hasil yang diperoleh dari pembuatan model simulasi, dan uji validasi dari model simulasi yang dibuat.

BAB VI ANALISA DAN PEMBAHASAN

Berisikan tentang tahap pengembangan model, analisa skenario yang dilakukan sehingga memperoleh *layout* pelabuhan curah kering yang paling optimum.

BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN

Berisikan hasil analisis yang didapat dan saran-saran untuk pengembangan lebih lanjut yang berkaitan dengan materi yang terdapat di dalam tugas akhir ini.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

Bab 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Optimasi

Optimasi adalah teknik untuk memaksimalkan atau mengoptimalkan sesuatu hal yang bertujuan untuk mengelola sesuatu yang dikerjakan. Saat ini, permasalahan optimasi memerlukan dukungan software dalam penyelesaiannya sehingga menghasilkan solusi yang optimal dengan waktu perhitungan yang lebih cepat. Untuk menyelesaikan suatu permasalahan biasanya dilakukan dengan mengubah masalah tersebut ke dalam model matematis terlebih dahulu untuk memudahkan penyelesaiannya. Keberhasilan penerapan teknik optimasi, paling tidak memerlukan tiga syarat, yaitu kemampuan membuat model matematika dari permasalahan yang dihadapi, pengetahuan teknik optimasi, dan pengetahuan akan program komputer (Santosa and Willy).

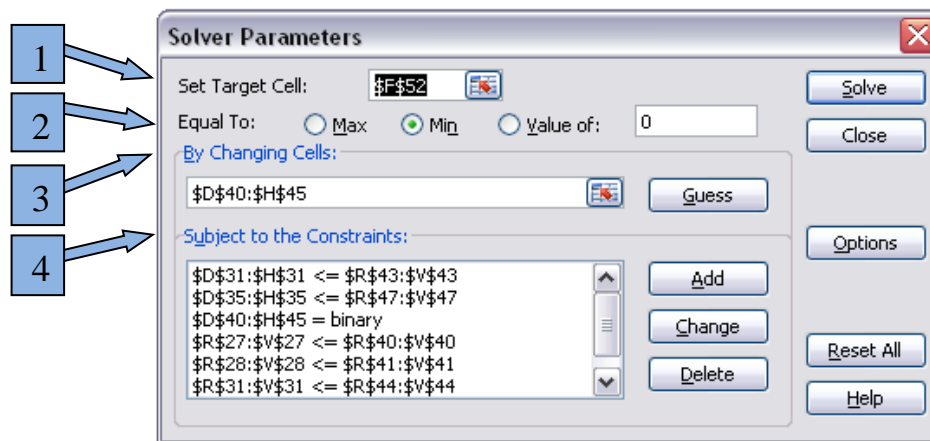
Optimasi terbagi menjadi dua bagian, yaitu optimasi yang tak terbatas yang hanya dikalikan dengan fungsi objektif yang tak terbatas dan tidak memiliki pembatas, dan optimasi terbatas yang memiliki fungsi objektif yang terbatas atau persyaratan tertentu yang membuat masalah lebih rumit dan memerlukan algoritma yang berbeda untuk diselesaikan. Terdapat banyak teknik optimasi yang telah dikembangkan sampai saat ini, diantaranya adalah *linear programming*, *goal programming*, *integer programming*, *nonlinear programming*, dan *dynamic programming*. Penggunaan teknik optimasi tersebut tergantung dari permasalahan yang akan diselesaikan. Pada penelitian ini menggunakan teknik optimasi linear programming.

Berdasarkan langkah-langkah optimasi setelah masalah diidentifikasi dan tujuan ditetapkan, langkah selanjutnya adalah memformulasikan model matematik yang meliputi tiga tahap, yaitu:

1. Menentukan variabel yang tidak diketahui (variabel keputusan) dan nyatakan dalam simbol matematik
2. Membentuk fungsi tujuan yang ditunjukkan sebagai hubungan linier (bukan perkalian) dari variabel keputusan)

3. Menentukan semua kendala masalah tersebut dan mengekspresikan dalam persamaan atau pertidaksamaan yang juga merupakan hubungan linier dari variabel keputusan yang mencerminkan keterbatasan sumberdaya masalah tersebut.

Fungsi tujuan dan kendala merupakan suatu fungsi garis lurus atau linier¹. Salah satu metode untuk memecahkan masalah optimasi produksi yang mencakup fungsi tujuan dan kendala adalah metode *Evolutionary*. Metode ini adalah suatu teknik perencanaan analitis dengan menggunakan model matematika yang bertujuan untuk menemukan beberapa kombinasi alternatif solusi.



Sumber: Dokumentasi Penulis

Gambar 2. 1 Solver Excel

Pembahasan masalah dengan menggunakan program solver. Kotak dialog pada solver cukup sederhana, berdasarkan pada gambar diatas ada empat hal yang perlu di perhatikan

1. Set Target Cell, tempat referensi target output yang ingin di hasilkan.
2. Kriteria ingin di capai untuk target output (maksimal,minimal,atau nilai tertentu)
3. Changing Variable cell, untuk merubah variabel dalam kolom yang di maksud
4. Subject to the Constraints, untuk membatasi variabel yang ingin di capai

Sebelum memasuki solver, langkah pertama yang harus dilakukan adalah mendefenisikan dan memilih variabel keputusan, kendala dan fungsi tujuan dari suatu masalah. Setelah langkah pertama dilakuan, masukan data fungsi tujuan, kendala dan variabel keputusan dalam

Excel Solver atau Gnumeric adalah suatu program penyelesaian (menemukan jawaban) untuk menyelesaikan masalah-masalah, seperti yang meliputi jawaban fungsi tujuan dan jawaban kendala serta jawaban analisis sensitivitas.

2.2. Pelabuhan

Pelabuhan adalah daerah perairan yang terlindungi terhadap gelombang, yang dilengkapi dengan fasilitas terminal laut meliputi dermaga dimana kapal dapat bertambat untuk bongkar muat, dilengkapi dengan fasilitas alat bongkar muat dan tempat-tempat penyimpanan dimana barang-barang dapat disimpan dalam kurun waktu tertentu (Triatmodjo, 2003). Menurut peraturan pemerintah RI no. 69 tahun 2001 tentang kepelabuhanan, yang dimaksud pelabuhan adalah tempat yang terdiri dari daratan dan perairan disekitarnya dengan batas-batas tertentu sebagai tempat kegiatan pemerintahan dan kegiatan ekonomi dipergunakan sebagai tempat kapal bersandar, berlabuh, naik turun penumpang dan atau bongkar muat barang yang dilengkapi dengan fasilitas keselamatan pelayaran dan kegiatan penunjang pelabuhan serta sebagai tempat perpindahan intra dan antar moda transportasi.

2.2.1. Pelabuhan Penyeberangan

Pelabuhan Penyeberangan adalah pelabuhan yang khusus digunakan untuk angkutan penyeberangan dengan menggunakan kapal Ro-ro. Dermaga biasanya dalam bentuk pelengsengan atau dilengkapi dengan movable bridge atau dermaga apung untuk mengantisipasi pasang surut air laut.



Sumber: Dokumentasi Penulis

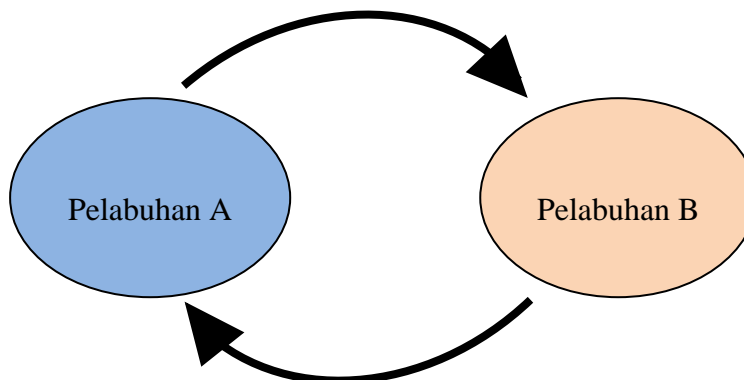
Gambar 2. 2Pelabuhan Kamal

2.3. Rute

Rute adalah sekumpulan node dan atau busur yang harus dilayani oleh suatu armada kendaraan. Tidak ada batasan kapan dan bagaimana urutan pelayanan entiti-entiti yang bersangkutan. Permasalahannya adalah untuk membentuk suatu biaya yang rendah, sekumpulan rute yang memungkinkan untuk masing-masing kendaraan. Sebuah rute adalah urutan dari lokasi mana kendaraan harus mengunjunginya. Terdapat beberapa pola rute yaitu pola port to port dan pola multiport

2.2.1 Pola Port to Port

Pola port to port adalah pelayanan langsung yang menghubungkan 2 (dua) pelabuhan. Kapal dari pelabuhan asal *A* dengan membawa sejumlah penumpang menuju ke pelabuhan *B*. Setibanya di pelabuhan tujuan *B*, kapal menurunkan penumpang dan membawa penumpang kembali ke pelabuhan asal *A*. Pola port to port dapat diilustrasikan pada gambar di bawah ini

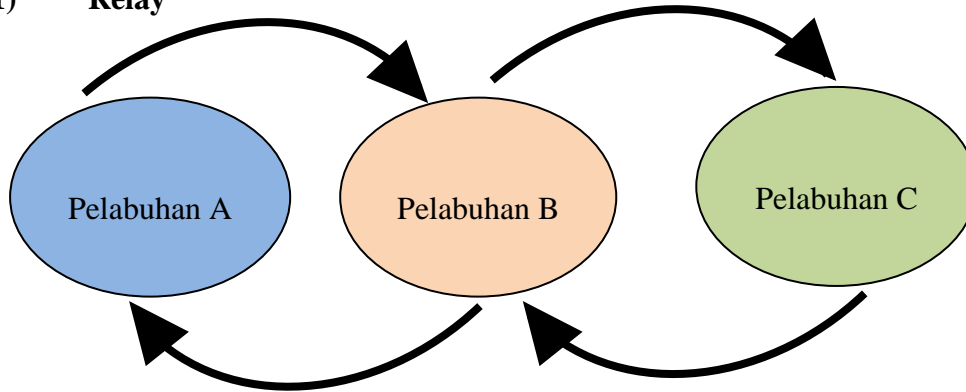


Gambar 2. 3Pola Port to Port

2.2.2 Pola Multiport

Pola multiport dapat diartikan sebagai layanan kapal yang menghubungkan 3 (tiga) pelabuhan atau lebih. Tipe multiport ada 2 (dua) yaitu relay dan circle.

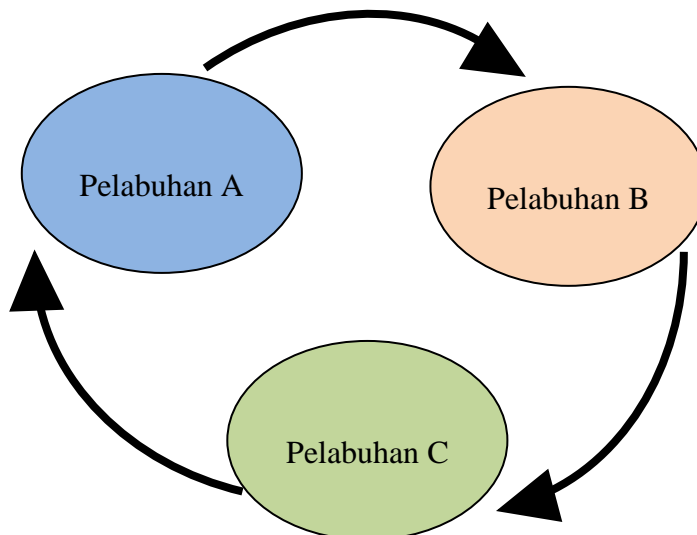
1) **Relay**



Gambar 2. 4Pola Multiport (Relay)

Model multiport dengan tipe relay secara umum mirip dengan model port to port namun jumlah pelabuhan yang dikunjungi lebih dari 2 (dua). Kapal dari pelabuhan asal *A* dengan membawa sejumlah penumpang menuju ke pelabuhan *B* dan pelabuhan *C*. Setibanya di pelabuhan *B*, sejumlah penumpang turun dan naik. Kapal kemudian menuju pelabuhan *C*. Di sinipun kapal menurunkan dan menaikkan sejumlah penumpang serta selanjutnya kapal kembali menuju pelabuhan *B* dan *A* dengan melalui proses yang sama.

2) **Circle**



Gambar 2. 5Pola Multiport (Circle)

Seperti model relay, model multiport tipe circle juga mengunjungi sejumlah pelabuhan. Tetapi setelah tiba di pelabuhan terakhir (pelabuhan C), kapal langsung kembali ke pelabuhan asal (pelabuhan A).

2.4. Kapal

Kapal adalah sebuah sarana untuk melintasi perairan/ lautan dengan cara berlayar melalui permukaan/ kedalaman air, baik di air tawar maupun air laut. kapal digunakan untuk berbagai kebutuhan seperti untuk sarana perpindahan, sarana pengangkut manusia atau barang dari satu daerah ke daerah lain dengan lalu lintas perjalanan memanfaatkan perairan/ lautan. selain untuk sarana pengangkut kapal juga digunakan untuk mencari ikan, penelitian ilmiah, patroli keamanan, bertempur dilaut, penyelamatan dan lain-lain..

2.4.1. Kapal Ro-ro

Roll-on/roll-off (RoRo atau ro-ro) kapal dirancang untuk membawa kargo roda seperti mobil, truk, semi-trailer truk, trailer atau mobil kereta api yang didorong dan mematikan kapal pada mereka sendiri roda. Hal ini berbeda dengan lo-lo (lift on-lift off) kapal-kapal yang menggunakan derek untuk memuat dan membongkar muatan. Kapal RoRo memiliki built-in landai yang memungkinkan kargo untuk secara efisien "berguling di" dan "berguling dari" kapal saat di pelabuhan. Sementara feri yang lebih kecil yang beroperasi di sungai dan jarak pendek lainnya masih sering memiliki built-in landai, yang RoRo istilah umumnya dicadangkan untuk besar kapal laut-pergi. Landai dan pintu keras-mungkin saja, atau haluan dan buritan untuk loading cepat



Sumber: Dokumentasi Penulis Tugas Akhi

Gambar 2. 6Kapal Ro-ro

2.5. Golongan Penumpang

Golongan Penumpang

Golongan Penumpang adalah pembagian kelompok kendaraan atau orang yang di angkut dalam angkutan transportasi. Golongan penumpang di bagi menjadi beberapa golongan antara lain yaitu :



Sumber: kabarbisnis.com

Gambar 2. 7Penumpang Kapal Ro-ro

- **penumpang :**
 1. Bayi : 1 Bulan - 2 Tahun
 2. Anak-anak : 2 Tahun - 5 Tahun
 3. orang dewasa : 6 Tahun – 75 Tahun
- **Jenis Golongan I :** Sepeda ontel.
- **Jenis Golongan II :** Sepeda motor di bawah 500cc dan gerobak dorong.
- **Jenis Golongan III :** Sepeda motor besar (≥ 500 cc) dan kendaraan beroda tiga.
- **Jenis Golongan VI :** Kendaraan bermotor berupa jeep, sedan, minicap, minibus, mikrolet, pickup, station wagon dengan ukuran panjang sampai dengan 5 meter dan sejenisnya.
- **Jenis Golongan V :** Kendaraan bermotor berupa mobil bus, mobil barang (truk)/tanki dengan ukuran panjang sampai dengan 7 meter dan sejenisnya.
- **Jenis Golongan VI :** Kendaraan bermotor berupa mobil bus, mobil barang (truk)/tanki dengan ukuran panjang lebih dari 7 meter sampai dengan 10 meter dan sejenisnya, dan kereta penarik tanpa gandengan.

- **Jenis Golongan VII:** Kendaraan bermotor berupa mobil barang (truk tronton)/tanki kereta penarik berikut gandengan serta kendaraan alat berat dengan ukuran panjang lebih dari 10 meter sampai dengan 12 meter dan sejenisnya.
- **Jenis Golongan VIII:** Kendaraan bermotor berupa mobil barang (truk tronton)/tanki, kendaraan alat berat dan kereta penarik berikut gandengan dengan ukuran panjang lebih dari 12 meter dan sejenisnya.

Sumber :peraturan menteri perhubungan nomor : PM. 71 TAHUN 2010

2.6. Biaya Transportasi

Terdapat teori biaya dalam ilmu transportasi laut. Teori biaya transportasi laut digunakan untuk menghitung besarnya biaya-biaya yang timbul akibat pengoperasian kapal desalinasi air laut. Pengoperasian kapal serta bangunan apung laut lainnya membutuhkan biaya yang biasa disebut dengan biaya berlayar kapal (*shipping cost*). (Wergeland W. , 1997)

Pada pelayaran tidak terdapat standard klasifikasi biaya yang dapat diterima secara internasional, sehingga digunakan pendekatan untuk mengklasifikasikannya. Namun pada dasarnya biaya pelayaran dapat dibagi menjadi 2 (dua), yaitu komponen yang digunakan untuk pembiayaan (*financing*) dan pemeliharaan kapal serta biaya operasional kapal(Stopford, 1990)(dalam buku panduan TPT).

Secara umum biaya tersebut meliputi biaya modal (*capital cost*), biaya operasional (*operational cost*), biaya pelayaran (*voyage cost*) dan biaya bongkar muat (*cargo handling cost*). Biaya-biaya ini perlu diklasifikasikan dan dihitung agar dapat memperkirakan tingkat kebutuhan pembiayaan kapal desalinasi air laut untuk kurun waktu tertentu (umur ekonomis kapal tersebut). Sehingga, total biaya dapat dirumuskan:

$$TC = CC + OC + VC + CHC \quad [2.1]$$

Keterangan:

TC : *Total Cost*

CC : *Capital Cost*

OC : *Operational Cost*

VC : *Voyage Cost*

CHC : *Cargo Handling Cost*

Beberapa kasus perencanaan transportasi menggunakan kapal sewa (*charter ship*), biaya modal (*capital cost*) dan biaya operasional (*operational cost*) diwakili oleh biaya sewa (*charter hire*). Sehingga, total biaya menjadi:

$$TC = TCH + VC + CHC \quad [2.2]$$

Keterangan:

TC : *Total Cost*

TCH : *Time Charter Hire*

VC : *Voyage Cost*

CHC : *Cargo Handling Cost*

2.6.1 Biaya Modal (*Capital Cost*)

Capital cost adalah biaya yang dikeluarkan perusahaan pelayaran untuk pengadaan armada. Pengadaan kapal dapat dilakukan dengan beberapa cara, di antaranya adalah:

a. Bangunan baru

Pengadaan jenis ini adalah dengan membangun kapal baru yang dimulai dari nol. Biaya yang dikeluarkan akan sangat besar, namun kapal yang didapatkan juga baru. Karena membangun dari awal, maka dibutuhkan waktu yang lama untuk mengadakan. *Capital cost* untuk kapal yang dibeli atau dibangun menggunakan harga kapal. Biaya modal disertakan dalam kalkulasi biaya untuk menutup pembayaran bunga pinjaman dan pengembalian modal tergantung bagaimana pengadaan kapal tersebut. Pengembalian nilai *capital* ini direfleksikan sebagai pembayaran tahunan.

b. Kapal bekas

Pengadaan kapal bekas merupakan cara yang lebih cepat dilakukan untuk mengadakan armada. Pengadaan ini dilakukan dengan membeli kapal dari pihak lain yang sebelumnya sudah pernah dilakukan. Biaya yang dikeluarkan lebih sedikit, namun umur ekonomis kapal sudah berkurang dan sudah harus melakukan perawatan.

c. Sewa Kapal/Charter

Sewa atau yang biasa disebut dengan *charter* merupakan salah satu cara dalam pengadaan armada kapal. Sewa kapal dilakukan dengan melakukan perjanjian sewa kapal (*charter party*) dengan pemilik kapal untuk menggunakan kapalnya dengan membayar biaya sewa sesuai dengan perjanjian.

2.6.2 Biaya Operasional (*Operational Costs*)

Biaya operasional adalah biaya-biaya tetap yang dikeluarkan untuk membuat kapal selalu dalam keadaan siap berlayar setiap hari. Yang termasuk dalam biaya operasional ini adalah biaya anak buah kapal (ABK), perawatan dan perbaikan kapal, bahan makanan, minyak pelumas, asuransi dan administrasi. Rumus untuk biaya operasional adalah sebagai berikut:

$$OC = M + ST + MN + I + AD \quad [2.3]$$

Keterangan:

- OC : *Operational Cost*
- M : *Manning Cost*
- ST : *Store Cost*
- MN : *Maintenance*
- I : *Insurance Cost*
- AD : *Administration Cost*

- ***Manning Cost***

Manning cost (crew cost) adalah biaya-biaya langsung maupun tidak langsung untuk anak buah kapal termasuk di dalamnya adalah gaji pokok dan tunjangan, asuransi sosial, dan uang pensiun. Besarnya *crew cost* ditentukan oleh jumlah dan struktur pembagian kerja yang tergantung pada ukuran teknis kapal. Struktur kerja pada sebuah biasanya dibagi menjadi 3 departemen, yaitu *deck departemen*, *engine departemen*, dan *catering departemen*.

- ***Store, Supplies and Lubricating Oils***

Jenis biaya ini dikategorikan menjadi 3 macam yaitu *marine stores* (cat, tali, besi), *engine room stores (spare part, lubricating oils)*, dan *steward's stores* (bahan makanan).

- ***Maintenance and Repair Cost***

Maintenance and repair cost merupakan biaya perawatan dan perbaikan yang mencakup semua kebutuhan untuk mempertahankan kondisi kapal agar sesuai dengan standart kebijakan perusahaan maupun persyaratan badan klasifikasi. Nilai *maintenance and repair cost* ditentukan sebesar 16% dari biaya operasional (Stopford, 1997). Biaya ini terdiri dari 3 (tiga) kategori, yaitu:

1. Survei klasifikasi

Kapal harus menjalani survei reguler *dry docking* tiap dua tahun dan *special survey* tiap empat tahun untuk mempertahankan kelas untuk tujuan asuransi.

2. Perawatan rutin

Perawatan rutin meliputi perawatan mesin induk dan mesin bantu, cat, bangunan atas dan pengedokan untuk memelihara lambung dari pertumbuhan biota laut yang bisa mengurangi efisiensi operasi kapal. Biaya perawatan ini cenderung bertambah seiring dengan bertambahnya umur kapal.

3. Perbaikan

Biaya perbaikan muncul karena adanya kerusakan kapal secara tiba-tiba dan harus segera diperbaiki

- ***Insurance Cost***

Insurance cost adalah komponen pembiayaan yang dikeluarkan sehubungan dengan resiko pelayaran yang dilimpahkan kepada perusahaan asuransi. Komponen pembiayaan ini berbentuk pembayaran premi asuransi kapal yang besarnya tergantung pertanggungan dan umur kapal. Hal ini menyangkut sampai sejauh mana resiko yang dibebankan melalui klaim pada perusahaan asuransi. Semakin tinggi resiko yang dibebankan, semakin tinggi pula premi asuransinya. Umur kapal juga mempengaruhi biaya premi asuransi, yaitu biaya premi asuransi akan dikenakan pada kapal yang umurnya lebih tua. Terdapat dua jenis asuransi yang dipakai perusahaan pelayaran terhadap kapalnya, yaitu *hull and machinery insurance* dan *protection and indemnity insurance*. *Hull and machinery insurance* merupakan asuransi terhadap perlindungan badan kapal dan permesinannya atas kerusakan atau kehilangan. *Protection and indemnity insurance* merupakan asuransi terhadap kewajiban kepada pihak ketiga seperti kecelakaan atau meninggalnya awak kapal, penumpang, kerusakan dermaga karena benturan, kehilangan atau kerusakan muatan. Nilai asuransi kapal ditentukan sebesar 30% dari total biaya operasional kapal (Stopford, 1997).

- ***Administration Cost***

Biaya administrasi diantaranya adalah biaya pengurusan surat-surat kapal, biaya sertifikat dan pengurusannya, biaya pengurusan izin kepelabuhan maupun fungsi administratif lainnya. Biaya ini juga disebut biaya overhead yang besarnya tergantung dari besar kecilnya perusahaan dan jumlah armada yang dimiliki.

2.6.3 Biaya Pelayaran (*Voyage Cost*)

Biaya pelayaran adalah biaya-biaya variabel yang dikeluarkan kapal untuk kebutuhan selama pelayaran. Komponen biaya pelayaran adalah bahan bakar untuk mesin induk dan mesin bantu, biaya pelabuhan, biaya pandu dan tunda. Rumus untuk biaya pelayaran adalah:

$$VC = FC + PC \quad [2.4]$$

Keterangan:

VC : *Voyage Cost*

PC : *Port Cost*

FC : *Fuel Cost*

- ***Port Cost***

Pada saat kapal dipelabuhan, biaya-biaya yang dikeluarkan meliputi *port dues* dan *service charges*. *Port dues* adalah biaya yang dikenakan atas penggunaan fasilitas pelabuhan seperti dermaga, tambatan, kolam pelabuhan, dan infrastruktur lainnya yang besarnya tergantung volume dan berat muatan, GRT dan NRT kapal. *Service charge* meliputi jasa yang dipakai kapal selama dipelabuhan, yaitu jasa pandu dan tunda, jasa labuh, dan jasa tambat.

- ***Fuel Cost***

Konsumsi bahan bakar kapal tergantung dari beberapa variabel seperti ukuran, bentuk dan kondisi lambung, pelayaran bermuatan atau *ballast*, kecepatan, cuaca, jenis dan kapasitas mesin induk dan motor bantu, jenis dan kualitas bahan bakar. Biaya bahan bakar tergantung pada konsumsi harian bahan bakar selama berlayar di laut dan di pelabuhan dan harga bahan bakar. Terdapat tiga jenis bahan bakar yang dipakai, yaitu (HSD), (MDO), dan (MFO). Menurut Parson (2003), konsumsi bahan bakar dihitung dengan menggunakan rumus pendekatan, yaitu:

$$WFO = SFR \times MCR \times \frac{Range}{Speed} \times Margin \quad [2.5]$$

Keterangan:

WFO : konsumsi bahan bakar/jam

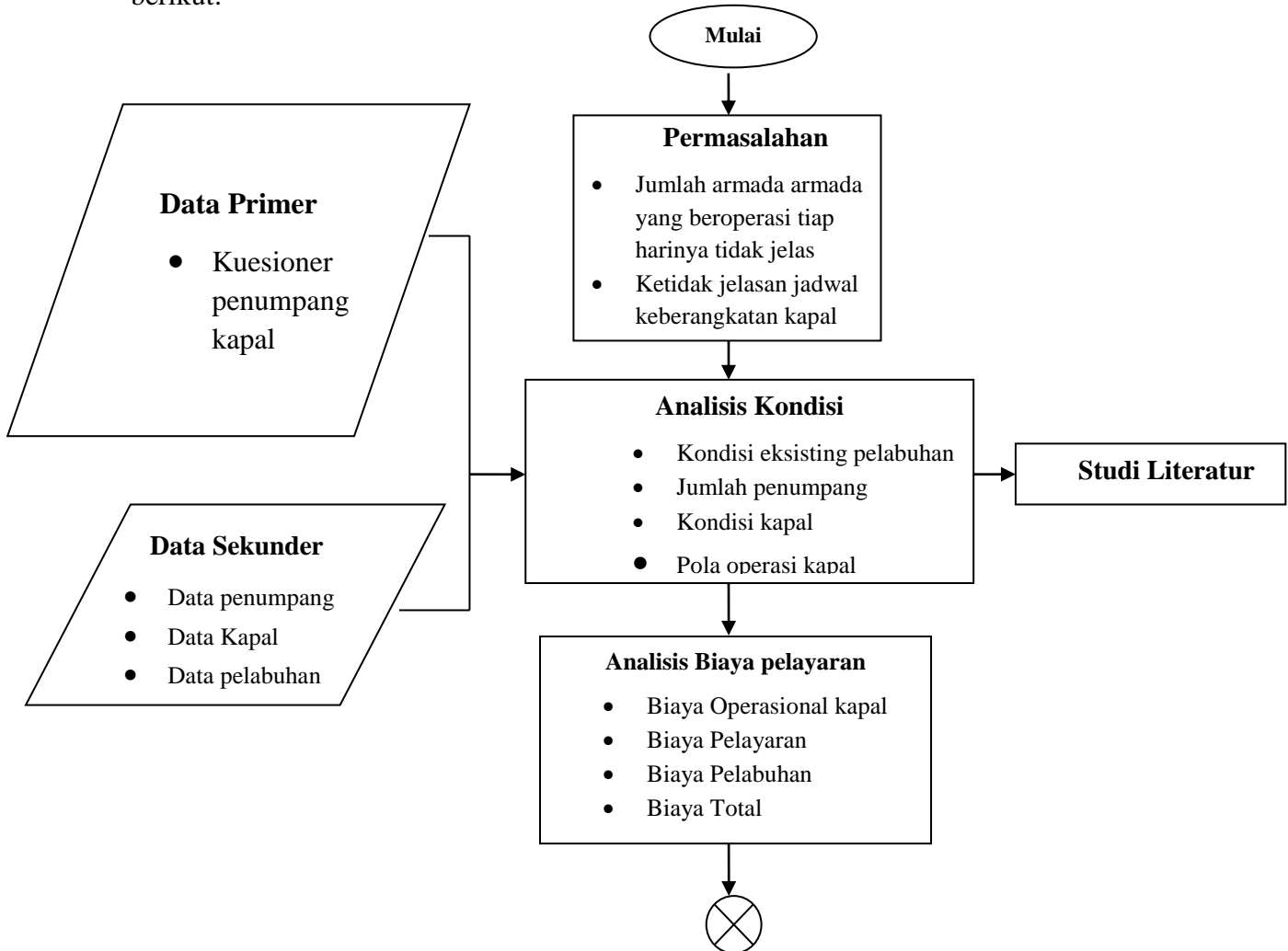
SFR : *Specific Fuel Rate*

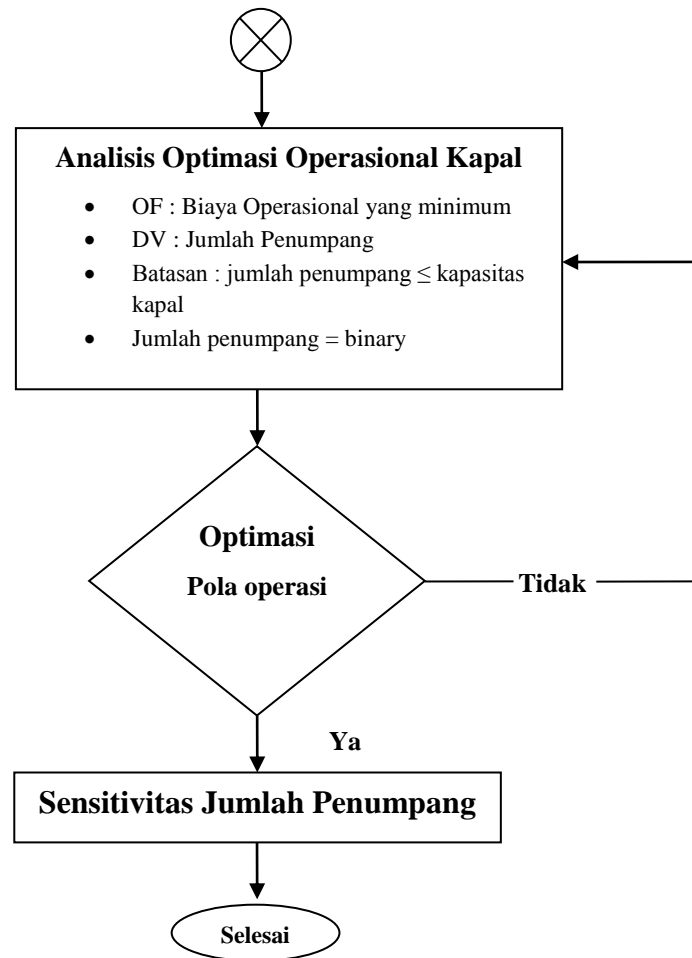
MCR : *Maximum Continuous Rating of Main Engine*.

Bab 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian pada tugas akhir ini dapat dilihat pada Gambar 3.1, sebagai berikut:





Gambar 3. 1Diagram alir penelitian

Prosedur dalam pengerjaan tugas akhir ini dilakukan dengan beberapa tahapan sesuai dengan diagram alir diatas, yaitu:

3.1.1. Tahap Identifikasi Permasalahan

Pada tahap ini dilakukan identifikasi mengenai permasalahan yang diangkat dalam Tugas Akhir ini. Permasalahan yang timbul adalah jumlah armada kapal yang tidak menentu tiap harinya dan jadwal yang tidak jelas.

3.1.2. Tahap Studi Literatur

Pada tahap ini dilakukan studi literatur yang terkait dengan permasalahan pada tugas ini. Materi-materi yang dijadikan sebagai tinjauan pustaka adalah penjadwalan kapal, model simulasi, jenis-jenis distribusi. Studi literatur juga dilakukan terhadap hasil penelitian sebelumnya untuk lebih memahami permasalahan dan pengembangan yang dapat dilakukan.

3.1.3. Tahap Pengumpulan Data

Pada tahap ini akan dilakukan pengumpulan data, metode pengumpulan data yang digunakan adalah metode pengumpulan data secara tidak langsung (sekunder). Pengumpulan data ini dilakukan dengan mengambil data terkait dengan permasalahan dalam tugas akhir ini ke PT ASDP.

3.1.4. Tahap Analisa Data

Pada tahap ini data yang telah dikumpulkan dari hasil studi lapangan akan diolah lebih lanjut sehingga dapat digunakan untuk membuat model simulasi. Pengolahan data bertujuan untuk mencari bentuk distribusi dari data yang ada dan akan digunakan sebagai inputan untuk membuat model simulasi.

3.1.5. Tahap Pembuatan Simulasi

Pada Pada tahap ini dilakukan pembuatan model yang sesuai dan menggambarkanrealisasi perjalanan kapal dengan bantuan *software*.

3.1.6. Tahap Verifikasi dan Validasi

Pada tahap ini dilakukan verifikasi dan validasi pada model simulasi yang dibuat, sehingga dapat diketahui apakah model dapat mempresentasikan kondisi nyata di lapangan.

3.1.7. Tahap Analisa Hasil Simulasi

Pada tahap ini hasil dari simulasi yang didapat akan dianalisa untuk mengetahui penentuan jadwal yang tepat dan jumlah armada yang di butuhkan.

3.1.8. Tahap Analisis Penentuan Skenario

Tahap analisis penentuan skenario adalah penentuan skenario yang akan dibuat untuk model simulasi penjadwalan kapal dengan melihat awal keberangkatan kapal, cuaca, dan kecepatan kapal.

3.1.9. Kesimpulan dan Saran

Pada tahap ini dirangkum hasil analisis yang didapat dan saran untuk pengembangan penelitian lebih lanjut.

Bab 4. GAMBARAN UMUM

4.1. Gambaran Umum Objek Penelitian

Lokasi yang dijadikan studi kasus dalam pengerjaan tugas akhir ini dilakukan di pelabuhan penyeberangan Ujung-Kamal. Pelabuhan penyeberangan Kamal Madura merupakan pelabuhan angkutan penyeberangan antar pulau yang menghubungkan Pulau Madura dengan Pulau Jawa. Jarak antara Pelabuhan penyeberangan Ujung dengan Pelabuhan penyeberangan Kamal berjarak tempuh sekitar 3 mil laut dan lama waktu pelayaran kurang lebih 45 menit. Sebelum beroprasinya Suramadu pada tahun 2009, Pelabuhan Ujung-Kamal merupakan pelabuhan tersibuk se Asia Tenggara.

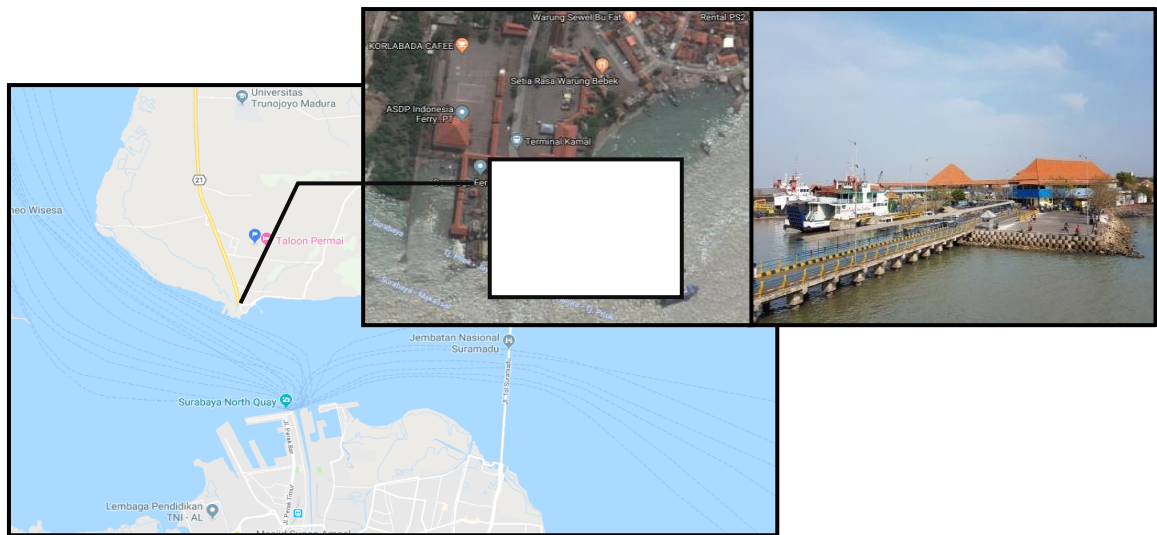


Sumber: Googlemap.com. (diolah kembali)

Gambar 4. 1 Peta Rute Penyeberangan Ujung-Kamal

4.2. Pelabuhan Penyeberangan Kamal

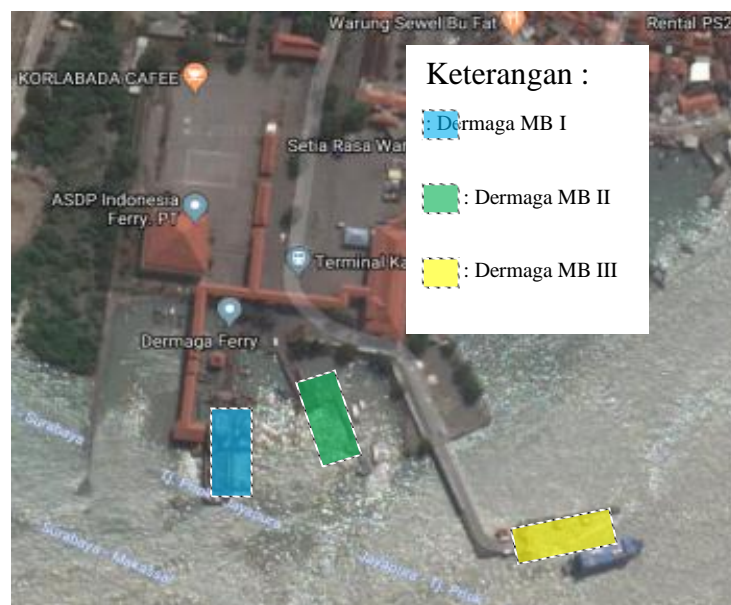
Pelabuhan Kamal Madura merupakan pintu utama keluar masuk Pulau Madura yang dibangun oleh Belanda pada tahun 1913. Pelabuhan ini terletak di Kecamatan Kamal, Kabupaten Bangkalan, pada posisi $112^{\circ} 45' 5$ Bujur Timur dan $07^{\circ} 11' 40$ Lintang Selatan. Pelabuhan ini dikelola oleh PT ASDP Indonesia Ferry (Persero).



Sumber: Dokumentasi Penulis & Googlemap (diolah kembali)

Gambar 4. 2 Pelabuhan Penyeberangan Kamal

Pelabuhan kamal memiliki 3 dermaga yang berjenis *Mobile Bridge* atau biasa disebut dermaga MB, setiap dermaga MB memiliki fasilitas yang berbeda-beda. Fasilitas tersebut seperti garbarata dan ada pula yang hanya pembatas berupa pagar atau bangunan yang diperuntukkan bagi penumpang yang berjalan agar memudahkan mereka untuk masuk atau keluar kapal tanpa takut untuk tertabrak oleh kendaraan bermotor



Sumber: Googlemap (diolah kembali)

Gambar 4. 3 Pelabuhan Penyeberangan Kamal

Dermaga MB I terletak pada paling barat pelabuhan dengan memiliki fasilitas berupa garbarata sehingga memudahkan penumpang untuk naik ke atas kapal tanpa harus terhalang dengan kendaraan bermotor



(a)

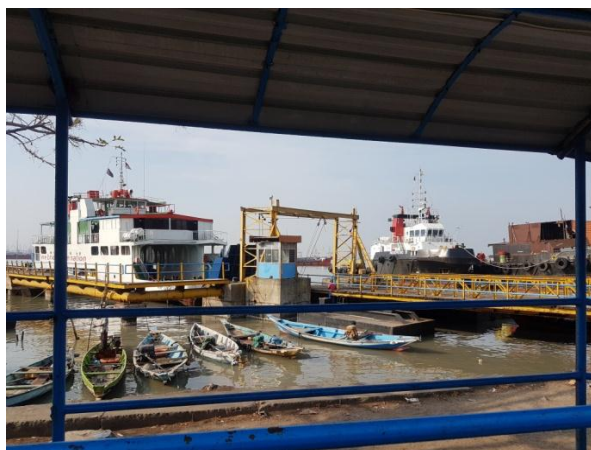


(b)

Sumber: Dokumentasi Penulis

Gambar 4. 4(a) Dermaga MB I , (b) Garbarata Dermaga MB I

Dermaga MB II terletak di tengah-tengah antara dermaga MB I dan MB III, dermaga MB II ini tidak memiliki fasilitas seperti dermaga lainnya. Dermaga ini hanya memiliki jalan yang di beri bagunan untuk memeriksa tiket dan pagar untuk penumpang yang tidak memakai kendaraan sehingga penumpang yang berjalan kaki terhindar dari kendaraan yang akan masuk atau keluar dari dalam kapal.



(a)



(b)

Sumber: Dokumentasi Penulis

Gambar 4. 5(a) Dermaga MB II, (b) Bangunan Khusus penumpang Dermaga MB II

Untuk dermaga MB III terletak pada timur pelabuhan dimana dermaga ini tidak memiliki fasilitas seperti halnya dermaga MB I yakni garbarata akan tetapi dermaga MB III tetap memiliki jalur khusus penumpang yang hendak naik atau turun dari kapal sehingga tidak mengganggu pengguna kendaraan bermotor atau sebaliknya. Jalur khusus tersebut di beri pagar pelindung agar penumpang yang berjalan kaki tidak di tabrak oleh kendaraan bermotor selain itu juga jalur khusus tersebut terdapat kanopi atau atap sehingga penumpang tidak terkena hujan di saat musim penghujan.



(a)



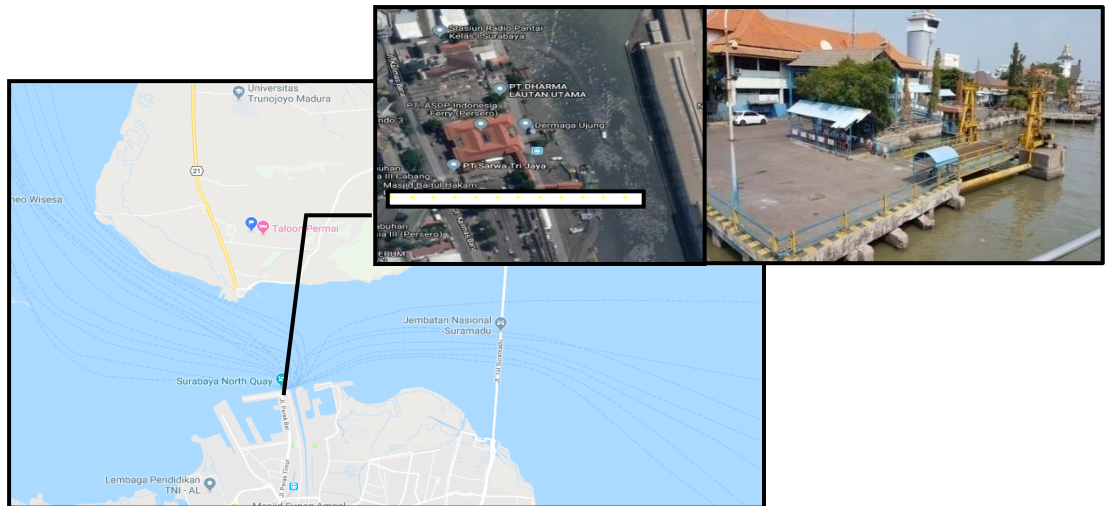
(b)

Sumber: Dokumentasi Penulis

Gambar 4. 6(a) Dermaga MB II , (b) Jalur Khusus Penumpang Pejalan Kaki Dermaga MB II

4.3. Pelabuhan Penyeberangan Ujung

Pelabuhan Ujung adalah pelabuhan penyeberangan di Kota Surabaya, Jawa Timur. Pelabuhan ini menghubungkan Surabaya dengan pulau Madura .letak pelabuhan ini pada posisi $7^{\circ} 11'9,9$ Lintang Utara dan $112^{\circ}44'5,3$ Bujur Timur .Pelabuhan ini dikelola oleh PT ASDP Indonesia Ferry (Persero).



Sumber: Dokumentasi Penulis

Gambar 4. 7 Pelabuhan Penyeberangan Ujung

Pelabuhan penyeberangan ujung memiliki 3 Dermaga Mobile Bridge atau biasa disebut Dermaga MB di setiap dermaga yang ada di pelabuhan ujung, memiliki fasilitas yang berbeda-beda, ada yang memiliki garbarata dan ada pula hanya memiliki pembatas berupa pagar agar memudahkan penumpang yang berjalan kaki untuk keluar atau masuk kedalam kapal tanpa takut tertabrak oleh kendaraan bermotor.



Sumber: Googlemap (diolah kembali)

Gambar 4. 8 Pelabuhan Penyeberangan Ujung

Dermaga MB I yang di miliki pelabuhan penyeberangan Ujung terletak pada selatan pelabuhan ini memiliki garbarata yang dimana dapat memudahkan penumpang yang berjalan kaki



(a) (b)

Sumber: Dokumentasi Penulis

Gambar 4. 9(a) Dermaga MB I, (b) Garbarata Dermaga MB I

Sama halnya dengan dermaga MB I, dermaga MB II yang terletak di tengah- tengah antara dermaga MB I dan dermaga MB III ini memiliki fasilitas garbarata.



(a)

(b)

Sumber: Dokumentasi Penulis

Gambar 4. 10(a) Dermaga MB II, (b) Garbarata Dermaga MB II

Untuk dermaga MB III tidak di lengkapi oleh garbarata, sehingga penumpang yang berjalan kaki bercampur dengan penumpang yang menggunakan kendaraan bermotor . akan tetapi dermaga MB III ini sudah lama tidak di operasikan mengingat jumlah armada yang sedikit sehingga hanya dermaga MB I dan dermaga MB II saja yang di operasikan.



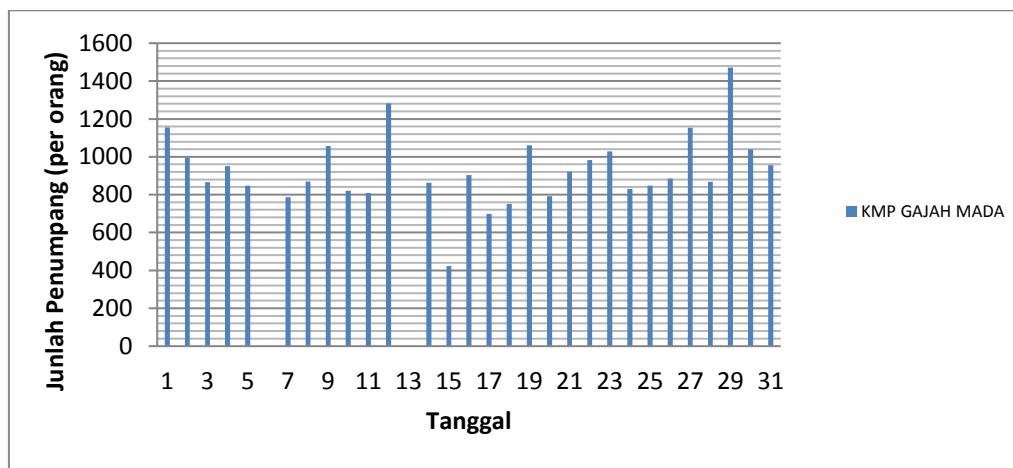
Sumber: Dokumentasi Penulis

Gambar 4. 11 Dermaga MB III

4.4. Data Penumpang

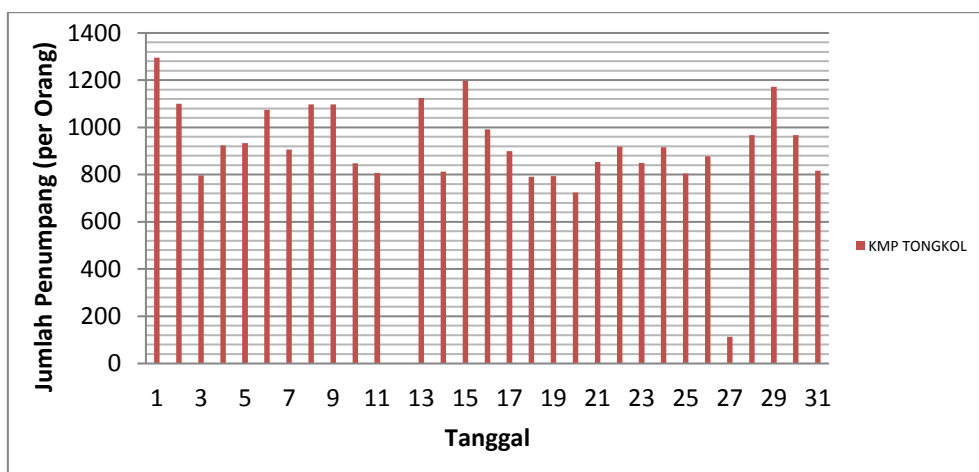
Dalam penelitian ini, data penumpang yang menggunakan jasa penyeberangan rute Ujung-kamal selama 1 (satu) Bulan pada tahun 2017.

Tabel 4. 1 Data Penumpang KMP Gajahmada Bulan Oktober 2017



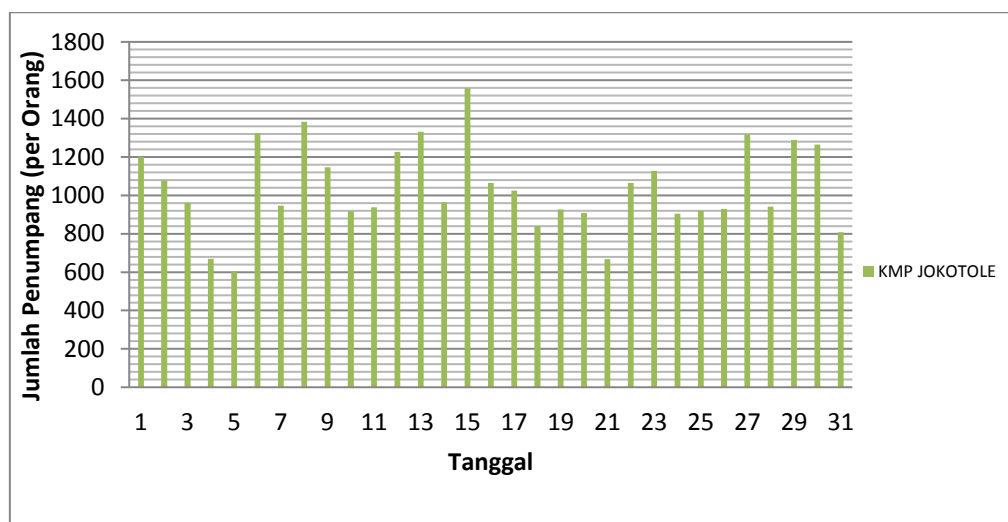
Jumlah pengguna jasa penyeberangandiKMP Gajah Madamengalami naik turun, rata-rata Jumlah penumpang dalam bulan Oktober di tahun 2017 adalah 868 Orang, untuk jumlah tertinggi pada bulan tersebut mencapai 1471 orang dan jumlah terendah jumlah penumpang KMP Gajah Mada mencapai 423 Orang. Total penumpang pada bulan tersebut di KMP Gajah mada berjumlah 26911 orang,total tersebut paling sedikit dari pada total penumpang kapal lainnya.

Tabel 4. 2Data Penumpang KMP Tongkol Bulan Oktober 2017



Jumlah pengguna jasa penyeberangan di KMP Tongkol mengalami naik turun, rata-rata Jumlah penumpang dalam bulan Oktober di tahun 2017 adalah 886 Orang, untuk jumlah tertinggi pada bulan tersebut mencapai 1296 orang dan jumlah terendah jumlah penumpang KMP Tongkol mencapai 113 Orang. Total penumpang pada bulan tersebut di KMP Tongkol berjumlah 27474 orang, total tersebut lebih banyak dari total penumpang kapal KMP Gajah Mada.

Tabel 4. 3Data Penumpang KMP Jokotole Bulan Oktober 2017



Jumlah pengguna jasa penyeberangan di KMP Jokotole mengalami naik turun, rata-rata Jumlah penumpang dalam bulan Oktober di tahun 2017 adalah 1040 Orang, jumlah tersebut adalah jumlah rata-rata penumpang terbanyak dari jumlah rata-rata penumpang kapal lainnya.

untuk jumlah tertinggi pada bulan tersebut mencapai 1558 orang dan jumlah terendah jumlah penumpang KMP Jokotole mencapai 604 Orang. Total penumpang pada bulan tersebut di KMP Jokotole berjumlah 32253 orang, total tersebut paling banyak dari total penumpang kapal lainnya.

4.5. Kapal Penyeberangan Ujung-Kamal

Kapal Ro-royang dijadikan penelitian dalam Tugas Akhir ini berjumlah 2 kapal milik PT.ASDP Persero dan 1 kapal milik PT DARMA LAUTAN UTAMA yang beroperasi di pelabuhan Ujung-kamal. ini adalah data dari kapal yang beroperasi di pelabuhan Ujung-Kamal

1. Kapal Tongkol



Sumber: Dokumentasi Penulis

Gambar 4. 12Kapal Tongkol

Kapal tongkol adalah kapal Ro-Ro milik PT ASDP, kapal tersebut yang paling kecil di antara kapal yang di miliki PT.ASDP dengan spesifikasi sebagai berikut :

- Panjang kapal : 40.90 m
- Panjang garis air : 36.74 m
- Lebar : 10.20 m
- Sarat air : 2.5m
- Tinggi : 3.8 m
- Kecepatan Dinas : 4 Knot
- Kapasitas Penumpang : 264 Orang
- Tahun Pembuatan : 1970

- DWT/GRT : 259 Ton
- Klasifikasi : BKI

2. Gajah Mada



Sumber: Dokumentasi Penulis

Gambar 4. 13 Kapal Gajah Mada

KMP Gajah Mada adalah kapal Ro-Ro satu-satunya yang melayani rute penyeberangan Ujung-Kamal dengan memiliki labung yang berbentuk katamaran, kapal milik PT ASDP ini pun kapal yang paling besar di antara kapal ro-ro yang melayani rute penyeberangan Ujung-Kamal lainnya dengan spesifikasi sebagai berikut :

- Panjang kapal : 41.86 m
- Panjang garis air : 38.50 m
- Lebar : 11.30 m
- Sarat air : 3.40 m
- Tinggi : 3.72 m
- Kecepatan Dinas : 6 Knot
- Kapasitas Penumpang : 290 Orang
- Tahun Pembuatan : 1969
- DWT/GRT : 512 Ton
- Klasifikasi : BKI

3. Kapal Jokotole



Sumber: Dokumentasi penulis

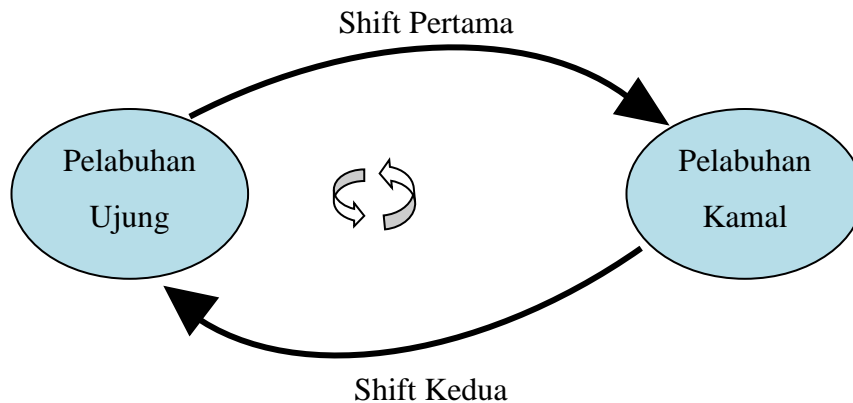
Gambar 4. 14Kapal Jokotole

Mengambil dari nama tokoh legenda masyarakat Madura, KMP Jokotole adalah kapal Ro-Ro milik PT Dharma Lautan Utama. Selain melayani rute penyeberangan Ujung-Kamal, KMP Jokotole juga melayani wisata bahari dimana kapal tersebut dapat di sewa untuk acara seperti reuni, arisan, pernikahan, Rapat, Seminar, dan ulang tahun. dengan spesifikasi sebagai berikut :

- Panjang kapal : 31.50 m
- Panjang garis air : 29.94 m
- Lebar : 9.00 m
- Sarat air : 1.3 m
- Tinggi : 3.1 m
- Kecepatan Dinas : 8 Knot
- Kapasitas Penumpang : 220 Orang
- Tahun Pembuatan : 1976
- DWT/GRT : 192 Ton
- Klasifikasi : BKI

4.6. Skenario Pola Operasi

Dengan jumlah armada yang berbeda, masing-masing perusahaan pelayaran membagi waktu jadwal keberangkatan armadanya, Kapal penyeberangan memiliki pola operasi keberangkatan yang diilustrasikan pada gambar di bawah:



Gambar 4. 15 Pola Operasi penyeberangan Pelabuhan Ujung-Kamal

Dengan pilihan pola operasi yang ada sebagai berikut:

a. Pola operasi 2 Kapal. Yaitu menggunakan hanya 2 armada. Pola operasi ini dilakukan dikarenakan pola operasi 3 kapal terdapat kendala, misalkan :

- Kapal dalam perawatan rutin
- Kapal di sewa:
dalam hal ini, kapal yang di sewa hanyalah kapal milik perusahaan swasta. Kapal tersebut di sewa untuk melayani *wedding*, ulang tahun, rapat, seminar, dll
- Kapal kandas dikarenakan air surut :
dalam hal ini, hanya di pelabuhan ujung saja yang mengalami air surut. Akan tetapi tidak semua dermaga yang mengalami hal tersebut, hanya dermaga MB III di karenakan letak dermaga tersebut di antara pertemuan laut dengan sungai.
- Kerusakan mesin

Tabel 4. 4Pola Operasi 2 Kapal penyeberangan ujung-kamal

Trip	Pelabuhan Kamal		Pelabuhan Ujung	
	Kapal A	Kapal B	Kapal A	Kapal B
1	5:10	6:00	5:10	6:00
2	6:50	7:40	6:50	7:40
3	8:30	9:20	8:30	9:20
4	10:10	11:00	10:10	11:00
5	11:50	12:40	11:50	12:40
6	13:30	14:20	13:30	14:20
7	15:10	16:00	15:10	16:00
8	16:50	17:40	16:50	17:40
9	18:30	19:20	18:30	19:20
10	20:10	21:00	20:10	21:00

- b. Pola operasi 3 Kapal. Yaitu menggunakan semua armada yang berjumlah 3 kapal. Pola operasi ini biasanya sudah terjadwal (*planned*) dan sering dilakukan. Namun terkadang terdapat beberapa kendala(*unplanned*) sehingga menggunakan pola operasi 2 kapal.

Tabel 4. 5Pola Operasi 3 Kapal penyeberangan ujung-kamal

Trip	Pelabuhan Kamal			Pelabuhan Ujung		
	Kapal A	Kapal B	Kapal C	Kapal A	Kapal B	Kapal C
1	05.32	06.04	06.36	06.18	05.24	05.46

	Pelabuhan Kamal			Pelabuhan Ujung		
Trip	Kapal A	Kapal B	Kapal C	Kapal A	Kapal B	Kapal C
2	07.08	07.40	08.12	07.54	06.50	07.22
3	08.44	09.16	09.48	09.30	08.26	08.58
4	10.20	10.52	11.24	11.06	10.02	10.34
5	11.56	12.28	13.00	12.42	11.38	12.1
6	13.32	14.04	14.36	14.18	13.14	13.46
7	15.08	15.40	16.12	15.54	14.50	15.22
8	16.44	17.16	17.48	17.3	16.26	16.58
9	18.20	18.52	19.24	19.06	18.02	18.34
10	19.56	20.28	21.00	21.00	19.44	20.22

Bab 5. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

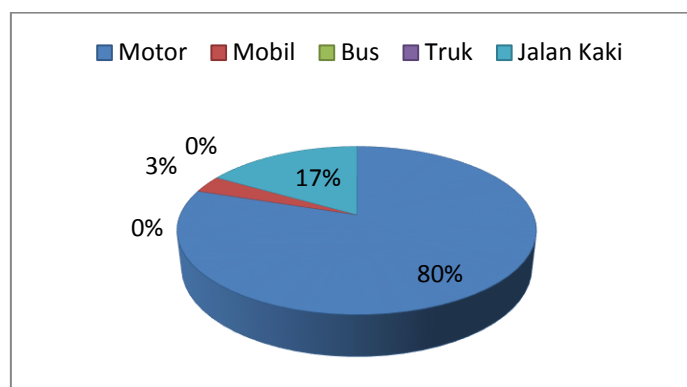
5.1 Survei Pengguna Jasa

Untuk mendukung penelitian ini, penulis melakukan survei kelapangan dan menyebarkan kuesioner di pelabuhan penyeberangan Ujung-Kamal, jumlah dari responden dalam penelitian ini berjumlah 60 orang. Berdasarkan kuesioner yang disebarkan kepada responden, hasil penelitian ini dapat di jabarkan sebagai berikut :

Tabel 5. 1Jenis Kendaraan

Jenis Kendaraan	Jumlah Pengguna
Motor	48
Mobil	2
Bus	0
Truk	0
Jalan Kaki	10

Dari 60 responden, terdapat 48 responden yang menggunakan motor, lalu 2 responden menggunakan mobil, tidak ada responden yang menggunakan bus dan truk dan 10 responden yang berjalan kaki. Dari hasil tersebut responden terbanyak menggunakan Motor



Gambar 5. 1Diagram persentase Jenis Kendaraan

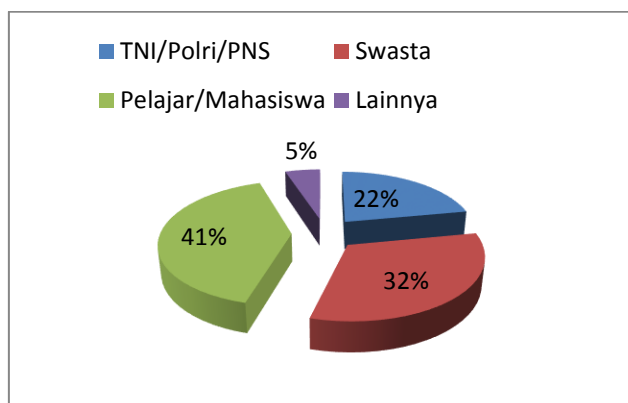
Gambar grafik pie diatas menunjukan respon responden mengenai Jenis kendaraan yang yang digunakan saat menggunakan jasa penyeberangan Ujung-Kamal. 80% responden

menggunakan Motor, lalu mobil dengan 3%, untuk truk dan bus 0% dan jalan kaki sebesar 17%. Dari hasil tersebut presentase terbanyak adalah motor dengan presentase 80%

Tabel 5. 2Pekerjaan

Jenis Pekerjaan	Jumlah Responden
TNI/Polri/PNS	13
Swasta	19
Pelajar/Mahasiswa	24
Lainnya	3

Grafik diatas menunjukkan pekerjaan responden, terdapat 13 responden yang bekerja sebagai TNI/Polri/PNS, Swasta 19 responden, lalu Pelajar 24 responden dan Lainnya 3 responden. Dari hasil tersebut responden terbanyak adalah pelajar/ mahasiswa.



Gambar 5. 2Diagram persentase Pekerjaan

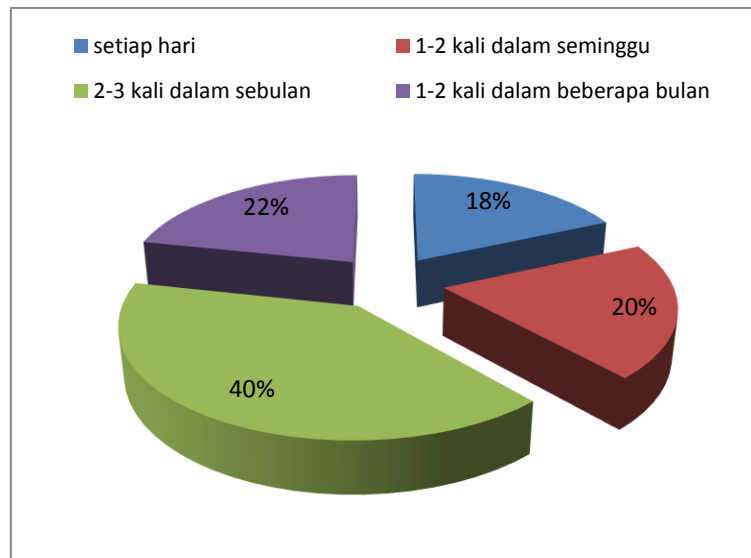
Gambar grafik pie diatas menunjukan Pekerjaan dari responden, 22% menjawab bekerja sebagai TNI/Polri/PNS, 32% responden bekerja sebagai Swasta, untuk Pelajar/Mahasiswa mencapai 41% dan Pekerjaan Lainnya 5%. Dari hasil tersebut persentase terbanyak adalah Pelajar/Mahasiswa sebesar 41%.

Tabel 5. 3Frekuensi Perjalanan

Frekuensi Perjalanan	Jumlah Responden
setiap hari	11
1-2 kali dalam seminggu	12
2-3 kali dalam sebulan	24
1-2 kali dalam beberapa bulan	13

Seberapa sering responden menggunakan jasa penyeberangan, terdapat 11 responden menjawab setiap hari, 12 responden menjawab 1-2 kali dalam seminggu, lalu terdapat 24

responden yang menjawab 2-3 kali dalam sebulan dan 13 responden yang menjawab 1-2 kali dalam beberapa bulan. Dari hasil tersebut frekuensi responden menggunakan jasa penyeberangan terbanyak adalah 2-3 kali dalam sebulan dengan total 24 responden.



Gambar 5. 3Diagram persentase Frekuensi Perjalanan

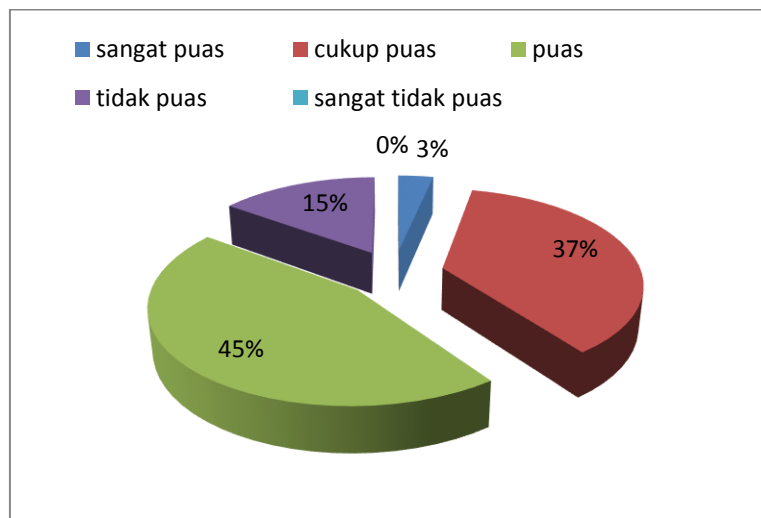
Grafik pie diatas menunjukkan karakteristik perjalanan dari responden yang mengisi kuisioner. Untuk responden yang menggunakan jasa penyeberangan Setiap hari terdapat 18%, lalu responden yang menggunakan jasa penyeberangan 1-2 kali dalam seminggu sebesar 20%, 40% responden menjawab 2-3 kali dalam sebulan, dan 22% responden menjawab 1-2 kali dalam beberapa bulan. Dari hasil tersebut persentase terbanyak adalah 2-3 kali dalam sebulan dengan persentase 40%.

Tabel 5. 4Kesan pengguna

kesan pengguna terhadap jasa penyeberangan	Jumlah Pengguna
sangat puas	2
puas	22
cukup puas	27
tidak puas	9
sangat tidak puas	0

Kesan dari Responden terhadap pelayanan yang di berikan pihak penyeberangan Ujung-kamal, terdapat 2 responden yang menjawab Sangat puas, lalu terdapat 27 responden yang menjawab Cukup Puas, terdapat 22 responden yang menjawab Puas, ada juga responden yang

menjawab Tidak puas sejumlah 9 responden dan tidak ada responden yang menjawab Sangat tidak puas.



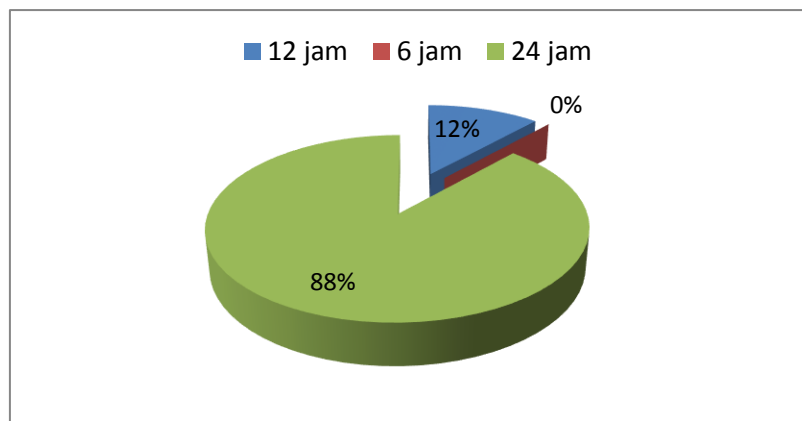
Gambar 5. 4Diagram persentase Kepuasan Pengguna

Gambar grafik pie diatas menunjukkan respon responden mengenai kesan selama menggunakan jasa penyeberangan Ujung-kamal, 3% responden sangat puas dengan jasa penyeberangan Ujung-Kamal, begitu juga dengan 37% responden merasa cukup puas dengan jasa penyeberangan, lalu ada 45% responden puas dengan jasa penyeberangan dan 15% responden menjawab tidak puas lalu 0% responden yang menjawab sangat tidak puas. Dari hasil tersebut persentase terbanyak adalah puas dengan persentase 45%.

Tabel 5. 5Harapan operasi kapal penyeberangan

Harapan waktu beroperasi penyeberangan	Jumlah Responden
12 jam	7
6 jam	0
24 jam	53

Untuk harapan operasi penyeberangan Ujung-kamal, responden memilih 12 jam sebanyak 7 responden, lalu tidak ada yang memilih 6 jam dan terdapat 53 responden yang memilih 24 jam kapal beroperasi untuk melayani penyeberangan. Dari hasil tersebut harapan responden terbanyak adalah beroperasi selama 24 jam dengan 53 responden.



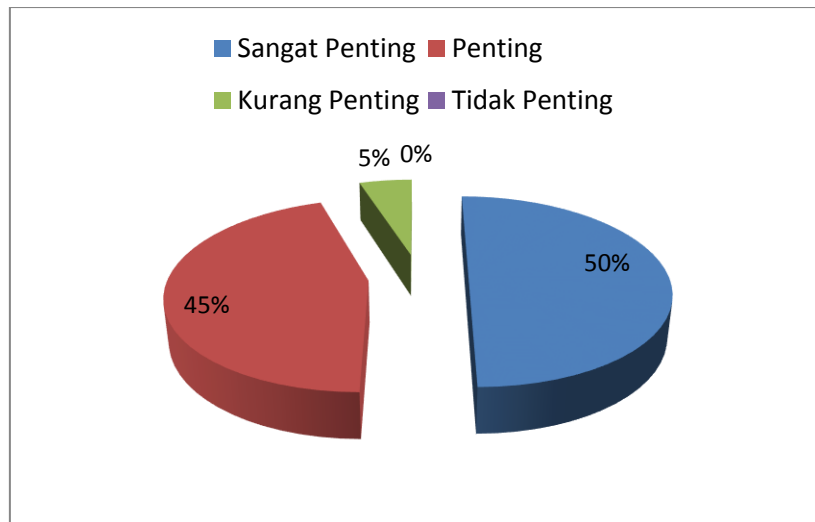
Gambar 5. 5Diagram Persentase Harapan operasi kapal penyeberangan

Gambar grafik pie diatas menunjukan respon responden mengenai harapan berapa lama waktu operasi penyeberangan Ujung-Kamal dalam sehari, dari 12% responden setuju jika operasi penyeberangan Ujung-kamal selama 12jam dalam sehari, terdapat 0% responden memilih 6 jam dalam sehari dan 88% responden memilih waktu operasi penyeberangan Ujung-Kamal selama 24jam dalam sehari. Dari hasil tersebut persentase terbanyak adalah 24 jam sebanyak 88%.

Tabel 5. 6Eksistensi Penyeberangan Ujung Kamal

eksistensi penyeberangan	Jumlah Responden
Sangat Penting	30
Penting	27
Kurang Penting	3
Tidak Tau	0

Ternyata penyeberangan Ujung-Kamal masih banyak diminati oleh masyarakat, terbukti dari 60 responden, terdapat 30 responden memilih Sangat penting, 27 responden memilih penting, hanya 3 responden saja yang memilih Kurang penting dan tidak ada yang memilih tidak penting. Dari hasil tersebut jumlah responden terbanyak adalah sangat penting dengan jumlah 30 responden.



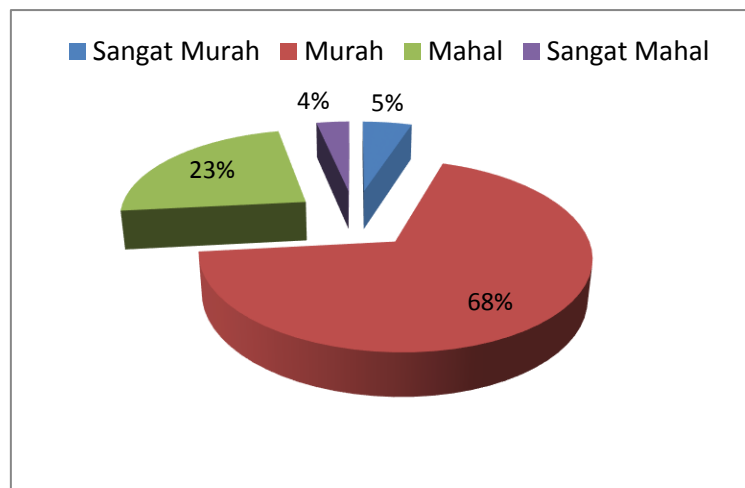
Gambar 5. 6Diagram PersentaseEksistensi Penyeberangan Ujung Kamal

Gambar grafik pie diatas menunjukkan respon responden mengenai seberapa penting penyeberangan Ujung-Kamal mengingat telah ada jembatan Suramadu, 50% responden memilih sangat penting, 45% responden memilih penting adanya penyeberangan Ujung-kamal walaupun telah ada jembatan suramadu, lalu terdapat 5% responden memilih kurang penting dan 0% responden memilih tidak penting. Dari hasil tersebut persentase terbanyak adalah sangat penting dengan persentase 50%.

Tabel 5. 7Harga Tiket Penyeberangan

pendapat tentang harga tiket	Jumlah Responden
Sangat Murah	3
Murah	41
Mahal	14
Sangat Mahal	2

Dari hasil wawancara yang di lakukan, responden 3 responden menjawab harga tiket penyeberangan Ujung-Kamal itu sangat murah, 41 responden menjawab harga tiket tesebut murah, lalu terdapat 14 responden menjawab mahal dan 2 orang responden menjawab sangat mahal.



Gambar 5. 7Diagram PersentaseHarga Tiket Penyeberangan

Gambar grafik pie diatas menunjukan respon responden mengenai harga tiket penyeberangan Ujung-Kamal, 5% responden menjawab sangat murah, 68% responden menjawab murah, lalu 23% responden menjawab harga tiket tersebut mahal dan 4% responden menjawab sangat mahal. Dari hasil tersebut persentase terbanyak adalah murah dengan persentase 68%.

5.2 Penjelasan Skenario

Dalam penelitian ini, Penulis mengangkat Judul Analisis Perencanaan Pola Operasi Armada Kapal Penyeberangan studi kasus Pelabuhan Ujung-Kamal dikarenakan sebelum adanya jembatan Suramadu, penyeberangan ini adalah penyeberangan tersibuk di asia tenggara dan jumlah armada yang beroperasi mencapai 19 armada dengan waktu operasi 24 jam, namun setelah beroperasinya Jembatan Suramadu jumlah armada yang melayani penyeberangan Ujung-Kamal hanya tersisa 3 armada saja dan waktu operasi 16 jam, selain itu permasalahan yang di alami adalah jumlah armada yang beroperasi tidak menentu dan ketidak jelasan kedatangan kapal penyeberangan tersebut. Sehingga tidak sedikit dari pengguna jasa penyeberangan Ujung-Kamal yang ingin menggunakan jasa tersebut tertinggal oleh kapal. dengan adanya penelitian ini di harapkan dapat membantu penumpang kapal penyeberangan mengetahui jadwal yang pasti. Disisi lain juga dapat membantu meminimalkan *Voyage cost* yang di timbulkan karena jumlah armada yang tidak efisien, dengan menggunakan *solver* pada excel.

5.3 Model Matematis

Model Matematis adalah suatu cara sederhana untuk menerjemahkan suatu masalah ke dalam bahasa matematika dengan menggunakan persamaan, pertidaksamaan atau fungsi.

Untuk menganalisis pola operasi pelabuhan Ujung-Kamal yang tidak teratur, di butuhkan perencanaan terhadap armada kapal yang akan di pilih untuk melaksanakan proses tersebut. Pada pelayanan penyeberangan dari pelabuhan Ujung-Kamal atau sebaliknya, di butuhkan sebuah solusi yang optimal untuk menentukan jumlah armada yang akan beroperasi berdasarkan *Voyage Cost* yang minimum. Dalam kasus pola operasi di penelitian ini, fungsi tujuan (*Objective Function*) dari model matematis adalah minimal biaya pelayaran dan biaya operasional (*minimum cost*). Berikut ini adalah model matematis yang digunakan pada penelitian ini:

- *Decision Variable* : $ta_{i1} \rightarrow ta_{i2}$

$$tb_{i1} \rightarrow tb_{i2}$$

$$tc_{i1} \rightarrow ta_{i2}$$

- *Objective function* : $\min Cm_{t1,2,3}$

- *Subject to constrain*:

- $T_{i12} \in \{0,1\}$

- $T_{i12} \geq 0$

- $JP_{ta} \leq K_{ta}$

- $JP_{tb} \leq K_{tb}$

- $JP_{tc} \leq K_{tc}$

Keterangan :

t = Kapal Yang terpilih : a : Jokotole b : Tongkolc : Gajah Mada

T = \sum Kapal yang terpilih untuk melayani rute

Cm= Total Cost

JP = Jumlah Penumpang

K = Kapasitas Kapal

i = Pelabuhan: 1: Kamal 2: Ujung

5.4 Analisis Penjadwalan

Berdasarkan bab 4 mengenai pola operasi 2 kapal dan 3 kapal dalam 19 jam di penjadwalan, tidak setiap *trip* mendapatkan penumpang yang banyak sehingga mengakibatkan

voyagecost setiap kapal mengalami kerugian. Oleh karena itu penulis mengoptimalkan penjadwalan tersebut, batasan dari penjadwalan tersebut adalah waktu dimana waktu tersebut di bagi menjadi 3 bagian yaitu Pagi antara pukul 05.30WIB – 08.00 WIB, lalu Siang antara pukul 12.00WIB-13.00WIB dan Sore/Malam antara pukul 16.00WIB-19.20WIB. selain itu batasannya adalah kapasitas kapal, dimana kapasitas tersebut akan di bandingkan dengan jumlah penumpang pada 3 waktu tersebut. Jika jumlah penumpang lebih banyak dari kapasitas kapal, akan ditambah jadwal pada waktu tersebut. Pengoptimalan penjadwalan tersebut bertujuan untuk menekan biaya *voyage cost*.

Tabel 5. 8Penjadwalan Yang telah dioptimalkan

		pagi	pagi	siang	sore	Malam
Kamal	KMP Jokotole	05:30	07:10	12:00	16:00	19:20
	KMP Tongkol	06:20	08:00	13:00	17:00	
Ujung	KMP Tongkol	05:30	07:10	12:00	16:00	19:20
	KMP Jokotole	06:20	08:00	13:00	17:00	

5.5 Analisis Biaya Transportasi Laut

Biaya transportasi laut meliputi dari biaya tetap (*fixed cost*) dan biaya tidak tetap (*variable cost*). Untuk mendapatkan nilai dari *fixed cost* dan *variable cost*, maka beberapa asumsi seperti data jarak pelayaran, spesifikasi dan variasi armada, biaya pengadaan kapal, bahan bakar, hingga biaya pelabuhan digunakan sebagai dasar perhitungan pada model optimisasi.

5.4.1. Capital Cost

Biaya tetap (*fixed cost*) pada kapal dapat didefinisikan sebagai biaya yang tidak dipengaruhi oleh rute operasional kapal dan banyaknya muatan yang diangkut. Biaya ini pada umumnya meliputi biaya operasional, biaya perawatan kapal secara berkala, dan biaya kapital (*capital cost*). Komponen biaya diasumsikan dengan menggunakan harga kapal untuk menghitung besaran *fixed cost*.

Tabel 5. 9 *Capital Cost* KMP Jokotole

HARGA KAPAL (Nilai Kapal Saat Ini)		Rp 5,103,000,000
Umur Ekonomis	tahun	5
Nilai Sisa		0
Depresiasi		Rp 1,020,600,000
Angsuran Pinjaman	Jt-Rp/thn	Rp 942,310,981
Angsuran pokok(<i>tanpa bunga</i>)	Jt-Rp/thn	Rp 714,420,000
Bunga angsuran	Jt-Rp/thn	Rp 227,890,981
Pinjaman	% harga	70%
Beban Hutang	Jt-Rp	Rp 3,572,100,000
Interest Rate	%	10.0%
Tenor	tahun	5
Payments	kali/thn	1
Grace Period	tahun	0
Angsuran	Jt-Rp/thn	Rp 942,310,981

Perhitungan harga kapal per tahun yaitu menggunakan pembayaran angsuran pinjaman per tahun. Asumsi pinjaman mencapai 70% dari harga kapal dengan bunga 10% per tahun. Berikut angsuran kapal per tahun yang akan digunakan untuk perhitungan biaya *capitalCost* KMP Jokotole adalah Rp 942,310,981 per tahun

.Tabel 5. 10 *Capital Cost* KMP Gajah Mada

HARGA KAPAL (Nilai Kapal Saat Ini)		Rp 13,122,000,000
Umur Ekonomis	tahun	5
Nilai Sisa		0
Depresiasi		Rp 2,624,400,000
Angsuran Pinjaman	Jt-Rp/thn	Rp 2,121,595,911
Angsuran pokok(<i>tanpa bunga</i>)	Jt-Rp/thn	Rp 1,837,080,000
Bunga angsuran	Jt-Rp/thn	Rp 284,515,911
Pinjaman	% harga	70%
Beban Hutang	Jt-Rp	Rp 9,185,400,000
Interest Rate	%	10%
Tenor	tahun	5
Payments	kali/thn	1
Grace Period	tahun	0
Angsuran	Jt-Rp/thn	Rp 2,121,595,911

Perhitungan harga kapal per tahun yaitu menggunakan pembayaran angsuran pinjaman per tahun. Asumsi pinjaman mencapai 70% dari harga kapal dengan bunga 10% per

tahun. Berikut angsuran kapal per tahun yang akan digunakan untuk perhitungan biaya *capital* Cost KMP Gajah Mada adalah Rp 2,121,595,911 per tahun.

Tabel 5. 11 *Capital Cost* KMP Jokotole

HARGA KAPAL (Nilai Kapal Saat Ini)		Rp 6,300,000,000
Umur Ekonomis	tahun	5
Nilai Sisa		0
Depresiasi		Rp 1,260,000,000
Angsuran Pinjaman	Jt-Rp/thn	Rp 1,018,598,860
Angsuran pokok <i>(tanpa bunga)</i>	Jt-Rp/thn	Rp 882,000,000
Bunga angsuran	Jt-Rp/thn	Rp 136,598,860
Pinjaman	% harga	70%
Beban Hutang	Jt-Rp	Rp 4,410,000,000
Interest Rate	%	10%
Tenor	tahun	5
Payments	kali/thn	1
Grace Period	tahun	0
Angsuran	Jt-Rp/thn	Rp 1,018,598,860

Perhitungan harga kapal per tahun yaitu menggunakan pembayaran angsuran pinjaman per tahun. Asumsi pinjaman mencapai 70% dari harga kapal dengan bunga 10% per tahun. Berikut angsuran kapal per tahun yang akan digunakan untuk perhitungan biaya *capital* Cost KMP Jokotole adalah Rp 1,018,598,860 per tahun.

5.4.2. Operating Cost

Biaya tetap (*fixed cost*) pada kapal dapat didefinisikan sebagai biaya yang tidak dipengaruhi oleh *Voyage Cost*. Biaya ini pada umumnya meliputi biaya perawatan, perbaikan, asuransi, gaji crew.

5.4.2.1. Gaji Crew Kapal

Manning costs (crew costs) adalah biaya-biaya langsung maupun tidak langsung untuk anak buah kapal termasuk di dalamnya adalah gaji pokok dan tunjangan, asuransi sosial, dan uang pensiun. Besarnya *crew costs* ditentukan oleh jumlah dan struktur pembagian kerja yang tergantung pada ukuran teknis kapal. Struktur kerja pada sebuah biasanya dibagi menjadi 2 departemen, yaitu *deck departemen* dan *engine departemen*

Tabel 5. 12Gaji Crew Kapal

Daftar Gaji ABK			
No	Jabatan	Gaji	
Deck			
1	Nahkoda	Rp	15,000,000
2	Mualim 1	Rp	13,000,000
3	Mualim 2	Rp	11,000,000
4	Mualim 3	Rp	9,000,000
5	Juru Mudi	Rp	6,000,000
6	Serang	Rp	5,500,000
7	Klassi	Rp	4,000,000
Mesin			
8	KKM	Rp	14,000,000
9	Masinis 2	Rp	12,000,000
10	Masinis 3	Rp	10,000,000
11	Juru Minyak	Rp	4,000,000

Sumber: gajipelaat

tabel diatas menunjukkan daftar gaji setiap crew kapal, gaji crew tersebut bervariasi tergantung jabatan yang di miliki oleh crew kapal. Gaji tertinggi di peroleh oleh captain kapal dan gaji terendah di peroleh klassi dan juru minyak kapal

Tabel 5. 13Total Gaji Crew Kapal

No	Jabatan	Jumlah ABK		
Deck		KMP Tongkol	KMP Gajahmada	KMP Jokotole
1	Nahkoda	1	1	1
2	Mualim 1	1	1	1
3	Mualim 2	1	1	1
4	Mualim 3	1	1	1
5	Juru Mudi	2	3	2
6	Serang	1	1	1
7	Klassi	3	4	3
Mesin				
8	KKM	1	1	1
9	Masinis 2	1	1	1
10	Masinis 3	1	1	1
11	Juru Minyak	3	4	3
TOTAL GAJI (perbulan)		Rp 125,500,000	Rp 139,500,000	Rp 125,500,000

5.4.2.2. Biaya Asuransi

Biaya asuransi yaitu komponen pembiayaan yang dikeluarkan sehubungan dengan resiko pelayaran yang dilimpahkan kepada perusahaan asuransi. Komponen pembiayaan ini berbentuk pembayaran premi asuransi kapal yang besarnya tergantung pertanggungan dan umur kapal. Hal ini menyangkut sampai sejauh mana resiko yang dibebankan melalui klaim pada perusahaan asuransi. Semakin tinggi resiko yang dibebankan, semakin tinggi pula premi asuransinya. Umur kapal juga mempengaruhi biaya premi asuransi, yaitu biaya premi asuransi akan dikenakan pada kapal yang umurnya lebih tua. Terdapat dua jenis asuransi yang dipakai perusahaan pelayaran terhadap kapalnya, yaitu *hull and machinery insurance* dan *protection and indemnity insurance*. selain asuransi kapal, terdapat asuransi untuk anak buah kapal bertujuan untuk menjamin apabila terjadi musibah berupa kecelakaan di saat kerja dengan meringankan beban biaya untuk berobat.

Tabel 5. 14 Premi asuransi kapal *Marine Hull dan Machinery*

Tabel Rate Marine Hull		
Jenis Kapal	Rate	
	All Risk	Total Lost
Tugboat	0.90%	0.80%
Barge	0.95%	0.75%
Ferry/Ro-ro	1.00%	0.80%
LCT	0.90%	0.80%
Tanker	0.90%	0.75%
Speed Boat	-	2.50%
Kapal Kayu	-	3.00%

Sumber: Jasaraharja putera insurance

Karena kapal penyeberangan Ujung-Kamal menggunakan Asuransi Marine Hull and Machinery yang all risk, jadi biaya asuransi kapal tersebut pertahunnya merupakan 1,00% dari harga kapal

Tabel 5. 15 Premi asuransi kapal *Protection and Indemnity*

Tabel Rate Protection and Indemnity	
Jenis Kapal	Rate
	P&I
Tugboat	0.80%

Barge	0.90%
Ferry/Ro-ro	0.80%
LCT	0.90%
Tanker	1.50%

Sumber: Jasaraharja putera insurance

Untuk biaya asuransi *Protection and Indemnity*, kapal penyeberangan Ujung-Kamal pertahunnya merupakan 0,80% dari harga kapal.

Tabel 5. 16 Premi asuransi kapal *Protection and Indemnity*

Daftar Harga Asuransi ABK			
Benefit	JP-ASPRI SILVER PLUS	JP-ASPRI GOLDPLUS	JP-ASPRI PLATINUM PLUS
Meninggal Kecelakaan	Rp 25,000,000	Rp 50,000,000	Rp 100,000,000
Cacat Tetap Maksimal	Rp 25,000,000	Rp 50,000,000	Rp 100,000,000
Biaya Perawatan	Rp 2,500,000	Rp 5,000,000	Rp 10,000,000
Santunan Rawat Inap	Rp 500,000	Rp 1,000,000	Rp 2,000,000
Santunan Biaya Evakuasi	Rp 2,500,000	Rp 5,000,000	Rp 10,000,000
Premi Perorang/pertahun	Rp 87,500	Rp 175,000	Rp 350,000

Sumber: Jasaraharja putera insurance

Pada asuransi ABK menjamin kecelakaan kerja seperti sakit, cedera (ringan, sedang, berat), cacat dan meninggal dunia.

Tabel 5. 17 Total Biaya Asuransi

Asuransi	KMP Tongkol	KMP Gajah Mada	KMP Jokotole	
P&I	Rp 3,402,000	Rp 8,748,000	Rp 4,200,000	/Bulan
	Rp 40,824,000	Rp 104,976,000	Rp 50,400,000	/Tahun
All Risk	Rp 4,252,500	Rp 10,935,000	Rp 5,250,000	/Bulan
	Rp 51,030,000	Rp 131,220,000	Rp 63,000,000	/Tahun
Asuransi ABK	Rp 466,667	Rp 554,167	Rp 466,667	/Bulan
	Rp 5,600,000	Rp 6,650,000	Rp 5,600,000	/Tahun
TOTAL	Rp 8,121,167	Rp 20,237,167	Rp 9,916,667	/Bulan
	Rp 97,454,000	Rp 242,846,000	Rp 119,000,000	/Tahun

5.4.2.3. Biaya Perawatan dan Perbaikan

Maintenance and repair cost merupakan biaya perawatan dan perbaikan yang mencakup semua kebutuhan untuk mempertahankan kondisi kapal agar sesuai dengan standart kebijakan perusahaan maupun persyaratan badan klasifikasi. Untuk Biaya tersebut dibagi menjadi 2 kategori, yaitu:

4. Perawatan rutin

Perawatan rutin bulanan meliputi perawatan badan kapal yang berkarat, dimana di perlukan pengecatan untuk memelihara badan kapal dari korosi, lalu pengelasan part kecil yang rusak dimana pengelasan tersebut bertujuan untuk meminimalisir kecelakaan kerja. Biaya perawatan ini cenderung bertambah seiring dengan bertambahnya umur kapa

Tabel 5. 18 Harga Cat for Marine

Harga Cat for Marine		
1 Komponen (20 Liter)	Rp	900,000
2 Komponen (20 Liter)	Rp	1,500,000

Sumber: Jualcatkapal.com

Untuk kebutuhan perawatan bulanan pada kapal penyeberangan Ujung-Kamal di perlukan 4 kaleng Cat for marine yang berjenis 2 kompenen, sehingga total dari kebutuhan cat tersebut sejumlah Rp.3.600.000 per bulannya.

Tabel 5. 19 Harga Kawat las elektroda

Harga Elektroda Las		
Kawat Las Elektroda	Rp	280,000

Sumber: pengelasan.com

Untuk kebutuhan perawatan bulanan pada kapal penyeberangan Ujung-Kamal di perlukan 2 bungkus kawat las elektroda, sehingga total dari kebutuhan kawat las elektroda tersebut berjumlah Rp.560.000 perbulannya.

5. Perbaikan

Pada kapal Ro-ro terdapat annual docking dimana docking berkala tersebut selama 1 bulan dan di lakukan setiap tahunnya. Perbaikan tersebut terdiri dari pengecatan body

kapal, pengelasan dan cuci pantat kapal berfungsi untuk memelihara lambung dari pertumbuhan biota laut yang bisa mengurangi efisiensi operasi kapal

Tabel 5. 20 Harga Docking Kapal Ro-ro

Daftar Harga Docking Kapal Ro-ro		
No	Jenis	Harga
1	Annual Docking (tahunan)	Rp 1,000,000,000
2	Intermediate Docking (2.5 Tahunan)	Rp 1,500,000,000
3	Renewal/Special Docking (5 Tahunan)	Rp 2,000,000,000

Sumber: PT PAL Indonesias

Dari tabel dibawah, biaya operasional tertinggi adalah KMP Gajah Mada dengan total Rp 3,856,947,000 pertahunnya.

Tabel 5. 21 Total Biaya Operasional

Biaya Operasional	KMP Tongkol	KMP Gajah Mada	KMP Jokotole	
Gaji Kru				
Jumlah Kru	16	19	16	orang
Total Jumlah Gaji Crew	Rp 4,126,027	Rp 4,586,301	Rp 4,126,027	/Hari
	Rp 125,500,000	Rp 139,500,000	Rp 125,500,000	/Bulan
	Rp 1,506,000,000	Rp 1,674,000,000	Rp 1,506,000,000	/tahun
Biaya Perawatan				
Biaya Perawatan	Rp 341,918	Rp 512,877	Rp 341,918	/Hari
	Rp 4,160,000	Rp 6,240,000	Rp 4,160,000	/Bulan
	Rp 124,800,000	Rp 187,200,000	Rp 124,800,000	/Tahun
Biaya Docking				
Biaya Perbaikan	Rp 2,739,726	Rp 2,739,726	Rp 2,739,726	/Hari
	Rp 33,333,333	Rp 33,333,333	Rp 33,333,333	/Bulan
	Rp 1,000,000,000	Rp 1,000,000,000	Rp 1,000,000,000	/tahun
Asuransi				
Biaya Asuransi	Rp 266,997	Rp 665,332	Rp 326,027	/Hari
	Rp 8,121,167	Rp 20,237,167	Rp 9,916,667	/Bulan
	Rp 97,454,000	Rp 242,846,000	Rp 119,000,000	/tahun
Biaya Perbekalan				
Biaya Perbekalan	Rp 1,750,340	Rp 2,062,742	Rp 1,751,237	/Hari
	Rp 53,239,500	Rp 62,741,750	Rp 53,266,800	/Bulan
	Rp 638,874,000	Rp 752,901,000	Rp 639,201,600	/tahun
Total Biaya Operasional				
Total Biaya Operasional	Rp 9,225,008	Rp 10,566,978	Rp 9,284,936	/Hari
	Rp 224,354,000	Rp 262,052,250	Rp 226,176,800	/Bulan
	Rp 3,367,128,000	Rp 3,856,947,000	Rp 3,389,001,600	/tahun

5.4.3. Voyage Cost

Biaya pelayaran (*voyage cost*) adalah biaya-biaya variabel yang di keluarkan kapal untuk kebutuhan selama pelayaran. Komponen-komponen biaya pelayaran adalah bahan bakar untuk mesin induk dan mesin bantu, dan biaya pelabuhan.

5.4.3.1. Biaya Bahan Bakar

Rata-rata biaya bahan bakar yang digunakan pada penelitian ini berdasarkan harga yang dikeluarkan oleh PT Pertamina pada Juni 2017 dengan jenis produk MFO, adapun harga jual HSD per liter dapat dilihat pada

Tabel 5. 22 Harga bahan bakar

Harga Bahan bakar			
Harga MFO	=	Rp 5,900	/liter
Harga HSD	=	Rp 8,300	/liter

Sumber: PT Pertamina

Banyaknya konsumsi yang digunakan dalam operasional kapal berdasarkan nilai *Specific Fuel Oil Consumption* (SFOC) dalam satuan ton/kWh di setiap mesin induk dan mesin bantu.

Tabel 5. 23 konsumsi mesin induk dan mesin bantu

Konsumsi Bahan Bakar						
		KMP Tongkol	KMP Gajah Mada	KMP Jokotole		
ME	SFOC	190	190	190	g/kW/hr	
		0.13	0.16	0.15	ton/hr	
		152	183	180	liter/hr	
AE	SFOC	190	190	190	g/kW/hr	
		0.033	0.030	0.031	ton/hr	
		38	35	36	liter/hr	

5.4.3.2. Biaya Pelabuhan

Karena pelabuhan Ujung- Kamal di kelola oleh pihak ASDP sendiri sehingga cost yang di keluarkan untuk biaya pelabuhan hanyalah biaya untuk sandar saja, biaya lain seperti biaya bongkar muat, tambat, pandu & tunda tersebut tidak ada. Untuk menghitung biaya sandar tersebut adalah tarif sandar x GT kapal

Tabel 5. 24Tarif sandar kapal di pelabuhan Ujung-Kamal

Tarif Sandar Per GT kapal	Rp	115
---------------------------	----	-----

Sumber:PT ASDP

Tarif tersebut dikenakan pada saat kapal sandar dan hanya berlaku sekali sandar saja, perolehan dari hasil sandar kapal tersebut digunakan untuk perawatan fasilitas pelabuhan itu sendiri

Tabel 5. 25Tarif sandar kapal di pelabuhan Ujung-Kamal

GT KAPAL		
KMP Gajah Mada	512	GT
KMP Jokotole	192	GT
KMPTongkol	259	GT

Diatas adalah total dari GT setiap kapal penyeberangan Ujung-Kamal. setiap sandarnya KMP Tongkol dikenakan biaya sandar sebesar Rp 29,785, lalu untuk KMP jokotole dikenakan biaya sandar sebesar Rp 22,080 dan KMP Gajah Mada dikenakan biaya sandar sebesar Rp 58,880.

Tabel 5. 26Total biaya Pelayaran

Biaya Pelayaran	KMP Tongkol	KMP Gajah Mada	KMP Jokotole	
ME	Rp 14,305,543	Rp 17,292,414	Rp 16,978,007	/Hari
	Rp 429,166,278	Rp 518,772,424	Rp 509,340,198	/Bulan
	Rp 5,149,995,332	Rp 6,225,269,082	Rp 6,112,082,372	/Tahun
AE	Rp 5,086,474	Rp 4,776,863	Rp 4,776,863	/Hari
	Rp 152,594,231	Rp 139,325,167	Rp 143,305,886	Bulan
	Rp 1,831,130,767	Rp 1,671,902,005	Rp 1,719,670,633	/Tahun
Biaya Sandar	Rp 565,915	Rp 419,520	Rp 419,520	/Hari
	Rp 16,977,450	Rp 12,585,600	Rp 12,585,600	Bulan
	Rp 203,729,400	Rp 151,027,200	Rp 151,027,200	/Tahun
TOTAL	Rp 19,957,932	Rp 22,488,797	Rp 22,174,389	/Hari
	Rp 598,737,958	Rp 670,683,191	Rp 665,231,684	Bulan
	Rp 7,184,855,499	Rp 8,048,198,287	Rp 7,982,780,205	/Tahun

Dari tabel diatas biaya pelayaran terbesar adalah KMP Gajah Mada dengan total Rp 8,048,198,287 pertahunnya.

5.4.4. Total Cost

Total biaya merupakan komponen dari fixed cost (biaya tetap) dan variable cost (biaya variabel). *Fixed cost* merupakan penjumlahan dari harga kapal, biaya asuransi, biaya reparasi, biaya kru, sedangkan *variable cost* perjumlahan dari biaya bahan bakar dan biaya pelabuhan,

dengan jumlah frekuensi kapal dalam 1 (satu) tahun,. Berikut akan dijelaskan proporsi dari masing-masing komponen biayanya.

Tabel 5. 27Total cost

Rekapitulasi	KMP Tongkol	KMP Gajahmada	KMP Jokotole	
Capital Cost	Rp 2,581,674	Rp 5,812,592	Rp 2,790,682	/hari
	Rp 78,525,915	Rp 176,799,659	Rp 84,883,238	/bulan
	Rp 942,310,981	Rp 2,121,595,911	Rp 1,018,598,860	/tahun
Operational Cost	Rp 9,225,008	Rp 10,566,978	Rp 9,284,936	/hari
	Rp 224,354,000	Rp 262,052,250	Rp 226,176,800	/bulan
	Rp 3,367,128,000	Rp 3,856,947,000	Rp 3,389,001,600	/tahun
Voyage Cost	Rp 19,957,932	Rp 22,488,797	Rp 22,174,389	/hari
	Rp 598,737,958	Rp 670,683,191	Rp 665,231,684	/bulan
	Rp 7,184,855,499	Rp 8,048,198,287	Rp 7,982,780,205	/tahun
TOTAL	Rp 31,764,614	Rp 38,868,367	Rp 34,250,007	/hari
	Rp 901,617,873	Rp 1,109,535,100	Rp 976,291,722	/bulan
	Rp 11,494,294,480	Rp 14,026,741,198	Rp 12,390,380,665	/tahun

5.5 Hasil Optimasi

Dari hasil optimasi didapatkan 2 kapal yang terpilih dari jumlah keseluruhan armada kapal yang berjumlah 3 kapal. Dari kapal terpilih tersebut di dapatkan biaya *voyage cost* sesuai dengan trip yang telah di optimasikan.

Tabel 5. 28Hasil Optimasi

	TRIP	TOTAL COST
Total KMP Gajah Mada	10	Rp14.887.966
Total KMP Jokotole	8	Rp11.230.715
Total KMP Tongkol	0	Rp-
		Rp26.118.681

dari tabel di atas biaya voyage cost untuk kapal penyeberangan Ujung-kamal terbanyak adalah KMP Gajah Mada dengan total biaya *voyage cost* sebesar Rp14.887.966 per harinya.

5.6 Analisis Sensitivitas

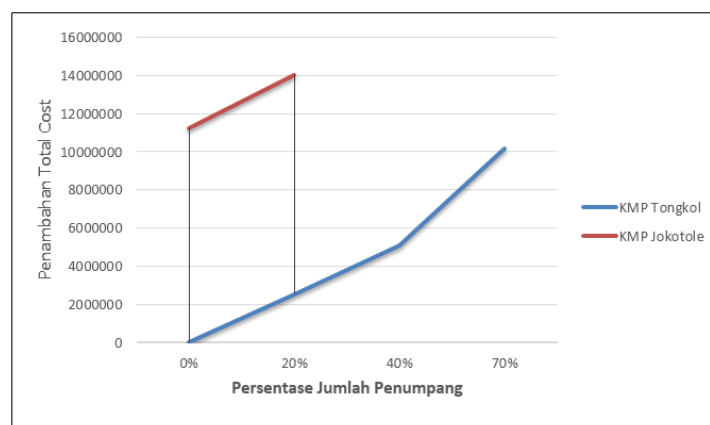
Pada bab ini akan dijelaskan mengenai analisis sensitivitas Jumlah penumpang terhadap jumlah armada kapal. Analisis sensitivitas dilakukan pada 3 kapal yaitu KMP Tongkol, KMP Gajah Mada dan KMP Jokotole.

Tabel 5. 29 Analisis sensitivitas

x	y				
Prosentase Jumlah Penumpang	Unit Cost			Keterangan Kapal Yang terpilih	Trip
	KMP Tongkol	KMP Jokotole	KMP Gajah Mada		
70%	Rp12.715.711	Rp14.038.393	Rp14.887.966	KMP Tongko,KMP Jokotole,KMP Gajah Mada	10;10;10
40%	Rp12.715.711	Rp14.038.393	Rp14.887.966	KMP Tongko,KMP Jokotole,KMP Gajah Mada	6;10;10
20%	Rp2.543.142	Rp14.038.393	Rp14.887.966	KMP Tongko,KMP Jokotole,KMP Gajah Mada	2;10;10
0%	-	Rp11.230.715	Rp14.887.966	KMP Jokotole,KMP Gajah Mada	8;10

Saat kondisi telah dioptimasi kapal yang beroperasi hanya dua kapal yaitu KMP Gaah Mada dan KMP Jokotole dengan trip sebanyak 10 dan 8 dalam sehari, saat jumlah penumpang ditambah 20%, KMP Tongkol mulai beroperasi namun hanya 2 Trip saja dalam sehari untuk KMP Jokotole ada perubahan dengan tripnya yaitu menjadi 10 trip dalam sehari. Lalu saat jumlah penumpang di tambah 40% trip dari KMP Tongkol naik menjadi 6 trip dalam seharinya dan saat di tambah 70% trip dari KMP gajah mada naik menjadi 10 trip.

Tabel 5. 30 Grafik Sensitifitas



Bab 6. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan pada Tugas Akhir ini, didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Kondisi eksisting :
 - Jumlah Kapal yang beroperasi tidak menentu, dalam sehari terkadang 3 hingga hanya 1 kapal yang beroperasi, di karenakan kapal sedang *annual docking*, disewa, ataupun rusak.
 - Ketidak pastian jadwal penyeberangan mengakibatkan para penumpang tidak memiliki acuan keberangkatan dan kedatangan kapal.
2. Model operasi kapal yang optimal adalah sebagai berikut :
 1. Armada kapal Penyeberangan Ujung-Kamal yang akan melayani penumpang berjumlah 2 kapal dari jumlah keseluruhan armada yaitu 3 kapal, dengan Jadwal yang telah di optimasi hanya melayani 10 dan 8 trip dalam sehari
 2. Dari hasil optimasi penjadwalan tersebut di dapatkan minimum unit cost yaitu sebesar Rp. Rp14.887.966 per hari untuk KMP Gajah Mada dan Rp. Rp11.230.715 per hari untuk KMP Jokotole.

6.2 Saran

Saran yang bisa diberikan terkait dengan Tugas Akhir ini membuka rute baru selain itu perlunya inovasi seperti kapal wisata mengingat Madura kaya dengan budayanya.

DAFTAR PUSTAKA

Bazaraa, M. (1990).*Linear Programming and Network Flows.*

Amalia, R. (2004).*Optimasi Komposisi Kuantum Produksi dengan Menggunakan Metode Linear Programming.* Surabaya.

Wergeland, W. (1997).*SHIPPING.* Penerbit DELFT University Press.

Arina, P. A. (2018).*Model Angkutan Penyeberangan untuk Mendukung Sektor Pariwisata Kepulauan : Kepulauan Seribu.* Surabaya

Stopford, M. (1990).*Maritime Economics.* New York and London.

LAMPIRAN

Lampiran 1 – Data Kapal

Lampiran 2 – Data Kapal Bekas

Lampiran 3 – Data Operasional Kapal

Lampiran 4 – Data Asuransi

Data KMP Tongkol

NO	URAIAN	Tongkol
1	Jenis Kapal	RO RO
2	Tahun Pembuatan	1970
3	Galangan Pembuatan	YOKOHAMA
4	Klasifikasi	BKI
5	Panjang Kapal	40.90 Meter
6	Panjang Garis Air	36.74 M
7	Lebar	10.20 M
8	Tinggi	3.8 M
9	Sarat Air	2.5 M
10	GT	259
11	Mesin Utama :	
	- Merk	Yanmar
	- Nomor Seri	1.702811 / IL.702812
	- Type	6 MHT
	- Daya	2 X 455 HP
	- RPM	750
	- Kecepatan	5 KNOT
12	Mesin Bantu :	
	- Merk	YANMAR
	- Nomor Seri	-
	- Type	3 KL
	- Daya	2 X 115 BHP
	- RPM	1200
13	Kapasitas Penumpang	264 ORG
14	Kapasitas Kendaraan	12 Unit / Campuran
15	Rampdoor / Tanpa rampdoor	Tanpa Rampdoor
16	ABK	16

Data Permesinan KMP Tongkol

Main Engine KMP Tongkol

Mesin ME		
Merk	=	Yanmar
Type	=	6 MHT
Daya Mesin Yang Digunakan		
Daya	=	678 Kw
	=	910 HP
Konsumsi Bahan Bakar		
SFOC	=	190 g/kW/hr
	=	0.13 ton/hr
		152 liter/hr

Auxiliary engine KMP Tongkol

Mesin AE		
Merk	=	YANMAR
Type	=	3 KL
Daya Mesin Yang Digunakan		
Daya	=	171.35 kw
	=	230 HP
Konsumsi Bahan Bakar		
SFOC	=	190 g/kw/hr
	=	0.033 ton/hr
		38 liter/hr

Data KMP Gajah Mada

NO	URAIAN	GAJAH MADA
1	Jenis Kapal	RO RO
2	Tahun Pembuatan	1969
3	Galangan Pembuatan	-
4	Klasifikasi	BKI
5	Panjang Kapal	41.86 M
6	Panjang Garis Air	38.50 M
7	Lebar	11.30 M
8	Tinggi	3.72 M
9	Sarat Air	3.40 M
10	GT	512
11	Mesin Utama :	
	- Merk	Daihatzu
	- Nomor Seri	626318 + 626317
	- Type	26D-PSTM
	- Daya	2 X 550 BHP
	- RPM	750
	- Kecepatan	6 KNOT
12	Mesin Bantu :	
	- Merk	Mitsubhishi
	- Nomor Seri	-
	- Type	6 D - 14
	- Daya	2 X 105 BHP
	- RPM	1800
13	Kapasitas Penumpang	290 Orang
14	Kapasitas Kendaraan	18 Unit Campuran
15	Rampdoor / Tanpa rampdoor	Rampdoor
16	ABK	19

Data Permesinan KMP Gajah Mada

Main Engine KMP Gajah Mada

Mesin ME		
Merk	=	Daihatzu
Type	=	26D-PSTM
Daya Mesin Yang Digunakan		
Daya	=	819.5 Kw
	=	1100 HP
Konsumsi Bahan Bakar		
SFOC	=	190 g/kW/hr
	=	0.16 ton/hr
	=	183 liter/hr

Auxiliary Engine KMP Gajah Mada

Mesin AE		
Merk	=	Mitsubhishi
Type	=	6 D - 14
Daya Mesin Yang Digunakan		
Daya	=	156.45 kw
	=	210 HP
Konsumsi Bahan Bakar		
SFOC	=	190 g/kw/hr
	=	0.030 ton/kw/hr
	=	35 liter/hr

Data KMP Gajah Mada

NO	URAIAN	JOKOTOLE
1	Jenis Kapal	RO RO
2	Tahun Pembuatan	1976
3	Galangan Pembuatan	PT. Pakin Jkt
4	Klasifikasi	BKI
5	Panjang Kapal	31.50 M
6	Panjang Garis Air	29.94 M
7	Lebar	9 M
8	Tinggi	-
9	Sarat Air	1.30 M
10	GT	192
11	Mesin Utama :	
	- Merk	Yanmar
	- Nomor Seri	3503/3504/3502/3501
	- Type	6 KDE
	- Daya	4 x 270 BHP
	- RPM	1450
	- Kecepatan	5 KNOT
12	Mesin Bantu :	
	- Merk	Yanmar
	- Nomor Seri	-
	- Type	TS 180
	- Daya	2 x 18 BHP
	- RPM	-
	Kapasitas	
13	Penumpang	220 Orang
	Kapasitas	
14	Kendaraan	9 Unit / Campuran
	Rampdoor / Tanpa	
15	rampdoor	Rampdoor
16	ABK	16

Data Permesinan KMP Jokotole

Main Engine KMP jokotole

Mesin ME			
Merk	=	Yanmar	
Type	=	6 KDE	
Daya Mesin Yang Digunakan			
Daya	=	804.6	Kw
	=	1080	HP
Konsumsi Bahan Bakar			
SFOC	=	190	g/kW/hr
	=	0.15	ton/hr
	=	180	liter/hr

Auxiliary Engine KMP Jokotole

Mesin AE			
Merk	=	Yanmar	
Type	=	TS 180	

Daya Mesin Yang Digunakan			
Daya	=	161	kw
	=	216	HP
Konsumsi Bahan Bakar			
SFOC	=	190	g/kw/hr
	=	0.031	ton/kw/hr
	=	36	liter/hr

Harga bekas Kapal Roro

Harga Kapal Bekas			
Jenis	Tahun	GRT	Harga
Ro-ro	1985	1000-1500	Rp 20,000,000,000
Ro-ro		500-1000	Rp 18,000,000,000
Ro-ro		100-500	Rp 7,000,000,000
Ro-ro	1980	1000-1500	Rp 18,000,000,000
Ro-ro		500-1000	Rp 16,200,000,000
Ro-ro		100-500	Rp 6,300,000,000
Ro-ro	1975	1000-1500	Rp 16,200,000,000
Ro-ro		500-1000	Rp 14,580,000,000
Ro-ro		100-500	Rp 5,670,000,000
Ro-ro	1970	1000-1500	Rp 14,580,000,000
Ro-ro		500-1000	Rp 13,122,000,000
Ro-ro		100-500	Rp 5,103,000,000

Biaya Operasional KMP Tongkol

Biaya Operasional KMP Tongkol		
Gaji Kru		
Jumlah Kru	16	orang
Total Jumlah Gaji Crew	Rp 125,500,000	/Bulan
Total Jumlah Gaji Crew	Rp 1,506,000,000	/tahun
Biaya Perawatan		
Biaya Perawatan	Rp 4,160,000	/Bulan
	Rp 124,800,000	/Tahun
Biaya Docking		
Biaya Perbaikan	Rp 33,333,333	/Bulan
	Rp 1,000,000,000	/tahun
Asuransi		
Asuransi	Rp 8,121,167	/Bulan
	Rp 97,454,000	/tahun
Biaya Perbekalan	Rp 53,239,500	/Bulan
	Rp 638,874,000	/tahun

Biaya Operasional KMP Gajah Mada

Biaya Operasional KMP Gajah Mada		
Gaji Kru		
Jumlah Kru	19	orang
Total Jumlah Gaji Crew	Rp 139,500,000	/Bulan

Biaya Operasional KMP Gajah Mada		
Total Jumlah Gaji Crew	Rp 1,674,000,000	/tahun
Biaya Perawatan		
Biaya Perawatan	Rp 6,240,000	/Bulan
	Rp 187,200,000.00	/Tahun
Biaya Docking		
Biaya Perbaikan	Rp 33,333,333	/Bulan
	Rp 1,000,000,000	/tahun
Asuransi		
Asuransi	Rp 20,237,167	/Bulan
	Rp 242,846,000	/tahun
Biaya Perbekalan		
Biaya Perbekalan	Rp 62,741,750	/Bulan
	Rp 752,901,000	/tahun

Biaya Operasional KMP Jokotole

Biaya Operasional KMP Jokotole		
Gaji Kru		
Jumlah Kru	16	orang
Total Jumlah Gaji Crew	Rp 125,500,000	/Bulan
Total Jumlah Gaji Crew	Rp 1,506,000,000	/tahun
Biaya Perawatan		
Biaya Perawatan	Rp 4,160,000	/Bulan
	Rp 124,800,000	/Tahun
Biaya Docking		
Biaya Perbaikan	Rp 33,333,333	/Bulan
	Rp 1,000,000,000	/tahun
Asuransi		
Asuransi	Rp 9,916,667	/Bulan
	Rp 119,000,000	/tahun
Biaya Perbekalan		
Biaya Perbekalan	Rp 53,266,800	/Bulan
	Rp 639,201,600	/tahun

Tarif sandar Kapal

	GT Kapal	Tarif Sandar	
KMP Tongkol	259	Rp	115
KMP Gajah Mada	512	Rp	115
KMPJokotole	192	Rp	115

Premi Asuransi Abk

Daftar Harga Asuransi ABK			
Benefit	JP-ASPRI SILVER PLUS	JP-ASPRI GOLDPLUS	JP- ASPRIPLATINUM PLUS
Meninggal Kecelakaan	Rp 25,000,000	Rp 50,000,000	Rp 100,000,000
Cacat Tetap Maksimal	Rp 25,000,000	Rp 50,000,000	Rp 100,000,000
Biaya Perawatan	Rp 2,500,000	Rp 5,000,000	Rp 10,000,000
Santunan Rawat Inap	Rp 500,000	Rp 1,000,000	Rp 2,000,000
Santunan Biaya Evakuasi	Rp 2,500,000	Rp 5,000,000	Rp 10,000,000
Premi Perorang/pertahun	Rp 87,500	Rp 175,000	Rp 350,000

Premi Asuransi *All Risk* dan *Total Lost*

Tabel Rate Marine Hull		
Jenis Kapal	Rate	
	All Risk	Total Lost
Tugboat	0.90%	0.80%
Barge	0.95%	0.75%
Ferry/Ro-ro	1.00%	0.80%
LCT	0.90%	0.80%
Tanker	0.90%	0.75%
Speed Boat	-	2.50%
Kapal Kayu	-	3.00%

Asuransi Protection and Indemnity

Tabel Rate Protection and Indemnity	
Jenis Kapal	Rate
	P&I
Tugboat	0.80%
Barge	0.90%
Ferry/Ro-ro	0.80%
LCT	0.90%
Tanker	1.50%

Jumlah Penumpang KMP Jokotole saat Pagi Hari



Jumlah Penumpang KMP Gajah Mada saat Pagi Hari



Jumlah Penumpang KMP Tongkol saat Siang Hari



Jumlah Penumpang KMP Gajah Mada saat Siang Hari



BIODATA PENULIS



Penulis memiliki nama lengkap Achmad Muchlis Sodik, dilahirkan di Bangkalan, Jawa Timur pada 11 Agustus 1995. Penulis merupakan anak Pertama dari tiga bersaudara. Penulis menempuh pendidikan formal tingkat dasar hingga tingkat menengah atas di Kota Bangkalan yakni mulai SDN Banyuajuh 2Kamal (*lulus Tahun 2007*), SMP Negeri 1Kamal (*lulus Tahun 2010*) dan SMA Negeri 1Kamal (*lulus Tahun 2013*). Pada tahun 2013, penulis diterima melalui jalur Kemitraan pada Jurusan Transportasi Laut (*yang saat ini menjadi Departemen Teknik Transportasi Laut*) Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Hingga Kini, penulis aktif dalam dunia Kewirausahaan, dimana penulis memiliki usaha di bidang miniatur khususnya miniatur kapal dan pelabuhan, yang hasil karyanya banyak dipesan dari dalam maupun luar negeri.